ISSN 0716-0178

MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

# ANALES

## MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

| ISSN 0716-0178 | An. Mus. Hist. Nat. | Vol. 15 | 1982 | Valparaíso | Chile |

ISSN 0716 -

MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

# ANALES

## MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

| ISSN 0716 - 0178 | An. Mus. Hist. Nat. | Vol. 15 | 1982 | Valparaíso | Chile |

EDICIONES DE LA DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

Ministro de Educación Pública HORACIO ARANGUIZ DONOSO
Subsecretario de Educación RENE SALAME MARTIN
Director de Bibliotecas, Archivos y Museos ENRIQUE CAMPOS MENENDEZ
Jefe Departamento Museos CONSUELO VALDES CHADWICK
Conservador del Museo de Historia Natural de Valparaíso ANA AVALOS VALENZUELA

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAISO

Director de Anales
ROBERTO GAJARDO TOBAR

Comité Editor

Antropología
Coordinador
ROBERTO GAJARDO
Consultor
ELIANA DURAN

Botánica
Coordinador
HECTOR ETCHEVERRY
Consultores
ALDO MEZA
MELICA MUÑOZ

Zoología
Coordinador
FRANCISCO SILVA
Consultores
RAUL CALDERON
LUIS ROBLERO
JAIME SOLERVICENS

Ecología
Coordinador
FRANCISCO SAIZ
Consultores
SERGIO CABRERA
DUNNY CASANOVA
EDUARDO DE LA HOZ
ALEJANDRO HORVAT
MIGUEL JORDAN
NELLY LAFUENTE
CARLOS RAMIREZ
JAMES ROBESON
IRMA VILA
LESLIE YATES
LUIS ZUÑIGA

ASESORIA GRAFICA
DEPTO. ASESORIA TECNICA Y PUBLICACIONES
SANTIAGO ARANGUIZ SANCHEZ
Supervisión Técnica General

JAIME ALEGRIA HERRERA
Diseño y Diagramación

Edición de 600 ejemplares
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Calle Valparaíso 155 - Casilla 925 - Tel. 97 73 00
Viña del Mar - Chile
1985

ANALES
DEL
MUSEO DE HISTORIA NATURAL
VALPARAISO - CHILE

Vol. 15 ——— 1982

ANTROPOLOGIA: *Páginas*

PANGAL — 2, YACIMIENTO ANDINO DE CHILE CENTRAL. NOTAS PRELIMINARES.
Jaime Vera Villarroel ..... 5

BOTANICA:

*DESCHAMPSIA CORDILLERARUM* HAUMAN. UNA NUEVA GRAMINEA PARA LA FLORA CHILENA.
Otto Zollner S. ..... 19

ECOLOGIA:

ESTUDIO POBLACIONAL EN BASE A LOS GRUPOS SANGUINEOS EN LA QUINTA REGION.
Alejandro Horvat, Livio Núñez, Marianela Barra, Carlos Núñez, Sergio Marshall .. 21

POTENCIALIDAD MUTAGENICA DE PESTICIDAS USADOS EN CHILE.
Pablo García, Alejandro Horvat y Sergio Marshall ..... 31

BALANCE HIDRICO DEL SEMIPARASITO *TRISTERIX TETRANDUS* (R. et P.) *MARTIUS*.
José Martínez y Beatriz Palma ..... 37

ESTRUCTURA Y DISTRIBUCION ESPACIAL DURANTE UN PERIODO OTOÑAL, DEL ZOOPLANCTON EN EL EMBALSE RAPEL.
Luis Zúñiga y Jenny Araya ..... 45

CURCULIONIDOS DEFOLIADORES DE *PINUS RADIATA*. ASPECTOS BIOLOGICOS Y EVALUACION DEL DAÑO.
Francisco Saíz y Jaime Gomá ..... 59

RELACIONES ENTRE LOS TIPOS DE FORMAS DE FRUTO DE *ACACIA CAVEN* Y LAS CARACTERISTICAS DE LAS SEMILLAS Y DE LOS BRUQUIDOS QUE LOS INFESTAN.
Francisco Saíz y Yenise Soto ..... 71

NOTA CIENTIFICA:

EFECTO DE LA COMPETICION INTERESPECIFICA LARVAL SOBRE EL POLIMORFISMOS CROMOSOMICO DE *DROSOPHILA SUBOBSCURA* Y *DROSOPHILA IMMIGRANS*.
Marcia Ricci y Danko Brncic ..... 79

ZOOLOGIA:

EL TESTICULO DE *BASILICHTHYS AUSTRALIS* EIGENMANN. (TELEOSTEI: ATHERINIDAE).
Humberto Cerisola y Francisco Pérez ..... 83

NOTA CIENTIFICA:

ESTIMACION DEL VOLUMEN CEREBRAL EN CONEJOS.
Sergio Zunino ..... 99

# PANGAL - 2, YACIMIENTO ANDINO DE CHILE CENTRAL NOTAS PRELIMINARES

JAIME VERA VILLARROEL

ABSTRACT: Archaeological evidences in a stationary inhabitational site are expose. This is in an Andean Valley of Chile Central at. 1.470 m of height. The finds are petrographies, early ceramics remain of a basket, a marine molusc valve and wooden artefacts. These finds are analized and discussed. Two times of occupation are detected: One on the begining of our. Era and the following during the Late Ceramic Period of Chile Central (dated by C-14: 680 ± 40 AP. - 1270 AD). The problems not resolute and the new tasks for to investigate are enunciated.

En Chile Central, existen dos grandes líneas comunicadoras que en sentido latitudinal discurren de Norte a Sur en forma paralela, separadas por el Valle Longitudinal. Nos referimos a la costa del Océano Pacífico por el occidente y a la gran Cordillera Andina por el oriente. Ambas realidades han servido de vía de paso, difusión y fuente pródiga de recursos naturales para diversas tradiciones culturales indígenas de Sudamérica, a lo largo de muchos milenios. La costa del Pacífico ha presenciado la existencia de sociedades aborígenes desde el período Paleoindio (sitio Quereo, en la zona transicional entre Chile Central y los Valles Transversales. Núñez et al. 1981) hasta el período Colonial Tardío. Otro tanto ocurre con el gran macizo orográfico que constituye la columna vertebral del Mundo Andino, tanto en su extremo meridional como en sus dos vertientes.

El sector andino correspondiente a la cuenca del Cachapoal, carece de estudios arqueológicos recientes que arrojen luz acerca del poblamiento prehispano. Al estudiar este yacimiento, además de considerar lo anterior, nos ha parecido bastante interesante y digno de aclarar la aparente asociación que allí se da entre petroglifos, cerámica temprana y artefactos de madera y cestería. La ubicación del yacimiento y los elementos culturales rescatados, nos plantea la posibilidad de explicarnos además, la movilidad de poblaciones precolombinas en el circuito costa-cordillera en este sitio de Chile Central.

Considerando la problemática anterior, hemos enunciado los siguientes objetivos del estudio: (a) investigar un sitio andino de la cuenca del Cachapoal y sus relaciones con el valle y costa adyacente, (b) determinar su contexto y correlaciones culturales, (c) lograr cronometría absoluta, (d) determinar funcionalidad del yacimiento.

En el transcurso de la investigación iremos acumulando registros e indicadores que permitan contrastar y enriquecer la actual hipótesis de trabajo: Pangal-2 es un yacimiento andino, con un amplio margen temporal de ocupación discontinua, de uso estacional, con secuencia cultural desde el Cerámico Temprano al Tardío e integrado a un circuito de movilidad costa-cordillera de poblaciones que habitan las cuencas del Cachapoal y Maipo.

Museo de Historia Natural de Valparaíso. Casilla 925 Viña del Mar, Chile.

La metodología aplicada incluye (1) prospección de superficie y colecta, (2) análisis, clasificación y correlación del material cultural, (3) test estratigráfico (pendiente), (4) cronometría C-14. El programa de trabajo incluyó tres etapas: la primera de prospección de superficie y revisión de antecedentes bibliográficos; la segunda de análisis del material de superficie y la tercera, de realización de un test estratigráfico.

En esta ocasión se presentan los primeros avances logrados, aunque la investigación aún no ha terminado y tampoco está agotada.

Se han realizado 2 temporadas de campo aprovechadas en la exploración y prospección de superficie. En ellas han participado también investigadores de la ex U. de Chile, sede Valparaíso. En el futuro inmediato, están programadas otras temporadas para completar información y resolver las incógnitas surgidas en el curso de análisis específicos.

## CARACTERES DEL AMBIENTE NATURAL

*Climatología.*— Corresponde a una variante del clima Mediterráneo (Cunill 1970, Hernández 1973) con estación seca y precipitaciones invernales. Abarca desde el río Aconcagua al Maule, encerrado entre la Cordillera Andina y la costera. Este clima afecta a los Andes con inviernos fríos y lluviosos que cubren de nieve las cumbres y veranos secos y calurosos, de cielos continuamente despejados. Datos meteorológicos de estaciones cercanas al yacimiento (CORFO 1962 IV: 306):

| NOMBRE | EL TENIENTE | RANCAGUA |
|---|---|---|
| Ubicación | Cordillera andina | Valle Longitudinal |
| Altura | 2.134 m s n m | 499 m s n m |
| Presión media anual | 1.048 mm | 435 mm |
| Temperatura media anual | 8,5ºC | 14º C |
| Precipitación media Junio | 240 mm | 90 mm |
| Precipitación media Diciembre | 10 mm | 0 mm |
| Precipitación media anual | 1.049 mm | 445 mm |
| Temperatura media Junio | + 4º C | + 8º C |
| Temperatura media Enero | + 15º C | + 24º C |
| Coordenadas | 34º05'S - 70º22'W | 34º10'S - 70º45'W |

*Orografía Andina.*— Desde la cuenca del río Maipo al sur, se constata una gradual disminución de altura en las cumbres andinas. A los 34º 20' S, el macizo andino prosigue sin sobrepasar los 4.500 m. Todo este sector ha sido sometido a fuerte erosión que le ha dado un aspecto abrupto, debido a hielos y corrientes de agua. La erosión aún prosigue, labrando profundos y estrechos valles, con vertientes de aspecto alpino. En muchos lugares hasta el límite con Argentina, se advierten planicies altas de relieve suave; son las *veranadas* (pastizales de verano). En las pendientes vecinas al Valle Central, esos relieves cubiertos de bosques originan *invernadas* para el ganado vacuno. Reaparece además, el vulcanismo andino, responsable de la depositación de lavas y cenizas que han llenado algunos valles y formando lagos de represa natural. La línea actual de equilibrio de glaciares apenas sobrepasa los 3.000 m. La línea de nieves eternas supera los 4.000 m.

*Hidrografía.*— En Chile Central los ríos existen durante todo el año, alimentándose con la lluvia invernal y el deshielo andino estival. Al atravesar las montañas, manifiestan gran poder erosivo. El régimen es fluctuante durante el año: a fines del invierno el caudal es mínimo llegando al máximo en verano. El río *Pangal* que fluye vecino al yacimiento, comparte tales características. Dicho río afluente del Maipo, es formado por el Paredones y el Blanco. El último nace del Portezuelo del Maipo que lo separa de la cuenca de igual nombre.

*Recursos Bióticos.*— Están condicionados por diversos factores ecológicos presentes en los Andes de Chile Central: altura, agua aportada por precipitaciones, intensa radiación solar rica en rayos ultravioleta y limpidez atmosférica; altísima evaporación, terrenos rocosos fácilmente descompuestos por acción climatérica, relieve abrupto (Hernández 1973). Estos factores ambientales permiten el escalonamiento altitudinal de diversas formaciones vegetacionales nativas. Nuestro yacimiento se ubica a una altura donde se inicia la formación xeromórfica andina y desaparece el matorral xeromórfico.

Característico del área en que se enclava el yacimiento son las siguientes especies de vertebrados (CORFO 1962, Mann 1978).

*Mamíferos.*— *Lagidium v. viscacia* (viscacha del centro), *Puma concolor puma* (puma), *Hippocamelus bisulcus* (huemul), *Lama guanicoe* (huanaco), *Euneormys mordax* (ratón sedoso nortino), *Phyllotis darwini* (lauchón orejudo de Darwin), *Phyllotis micropus* (lauchón de pie chico), *Spalacopus cyanus* (cururo), *Conepatus chinga* (chingue común), *Galictis cuja* (quique), *Dusycion culpaeus* (culpeo).

*Aves.*— *Merganetta armata* (pato cortacorriente), *Chloephaga melanoptera* (piuquén), *Attagis gayi* (perdiz cordillerana), *Vultur gryphus* (cóndor), loros de roqueríos, etc.

*Reptiles.*— *Phymaturus palluma* (lagarto vivíparo).

## CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DEL YACIMIENTO

Se encuentra en un valle cordillerano andino de la VI Región, Chile Central, en el margen sur del río Pangal (aprox. 34º 15'S y 71º 20'W) (Fig. 1), a una altura de 1.470 msnm, en una ladera de solana que exhibe una extensa acumulación caótica de grandes bloques pétreos, que ocupa una superficie de 80.000 m² (400 x 200 m).

El hacinamiento al azar de los bloques permite la existencia de numerosas cavidades, recintos y cámaras naturales, superficiales y subterráneas. Interconectadas conforman en algunos sectores, verdaderos laberintos subterráneos, que sirvieron de refugios habitacionales a los antiguos ocupantes indígenas; en ellos se han encontrado restos arqueológicos.

La formación natural del yacimiento es muy anterior a la presencia humana. La causa de la acumulación del material rocoso en la ladera montañosa, fue la existencia de una lengua de hielo en un período en que la línea de equilibrio glaciar en Chile Central debió ser inferior a 3.000 m.s.n.m. Este glaciar situado en la cuenca del Pangal poseía morrenas laterales, una

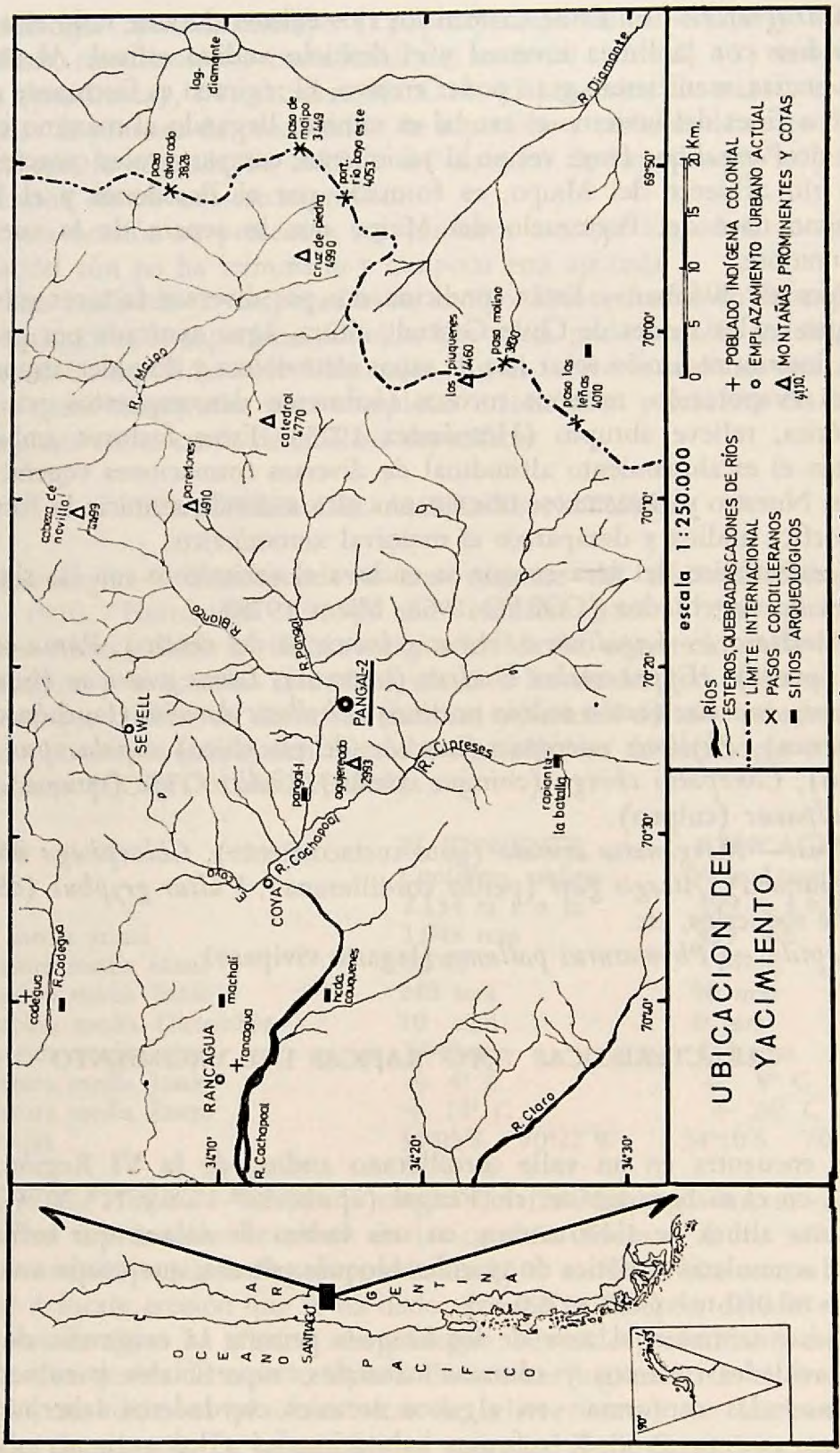



Fig. 1. Situación geográfica de Pangal-2.

de las cuales pudo mover y acumular gran parte del material rocoso. Posteriormente contribuyeron la erosión y meteorización de las rocas expuestas, manifestada en la fracturación y desfoliación producida por las amplias variaciones térmicas diurnas y estacionales sufrida durante milenios. El emplazamiento del sitio coincide con una curva del río hacia el norte, donde el

antiguo glaciar debió depositar materiales de su morrena lateral. Por ello, la acumulación rocosa quedó en el margen sur del río y a cierta altura sobre éste, dando frente hacia el Noreste, mientras al Oeste queda otra pequeña cuenca cubierta con arbustos, pastos primaverales y pequeños pantanos producidos por los deshielos.

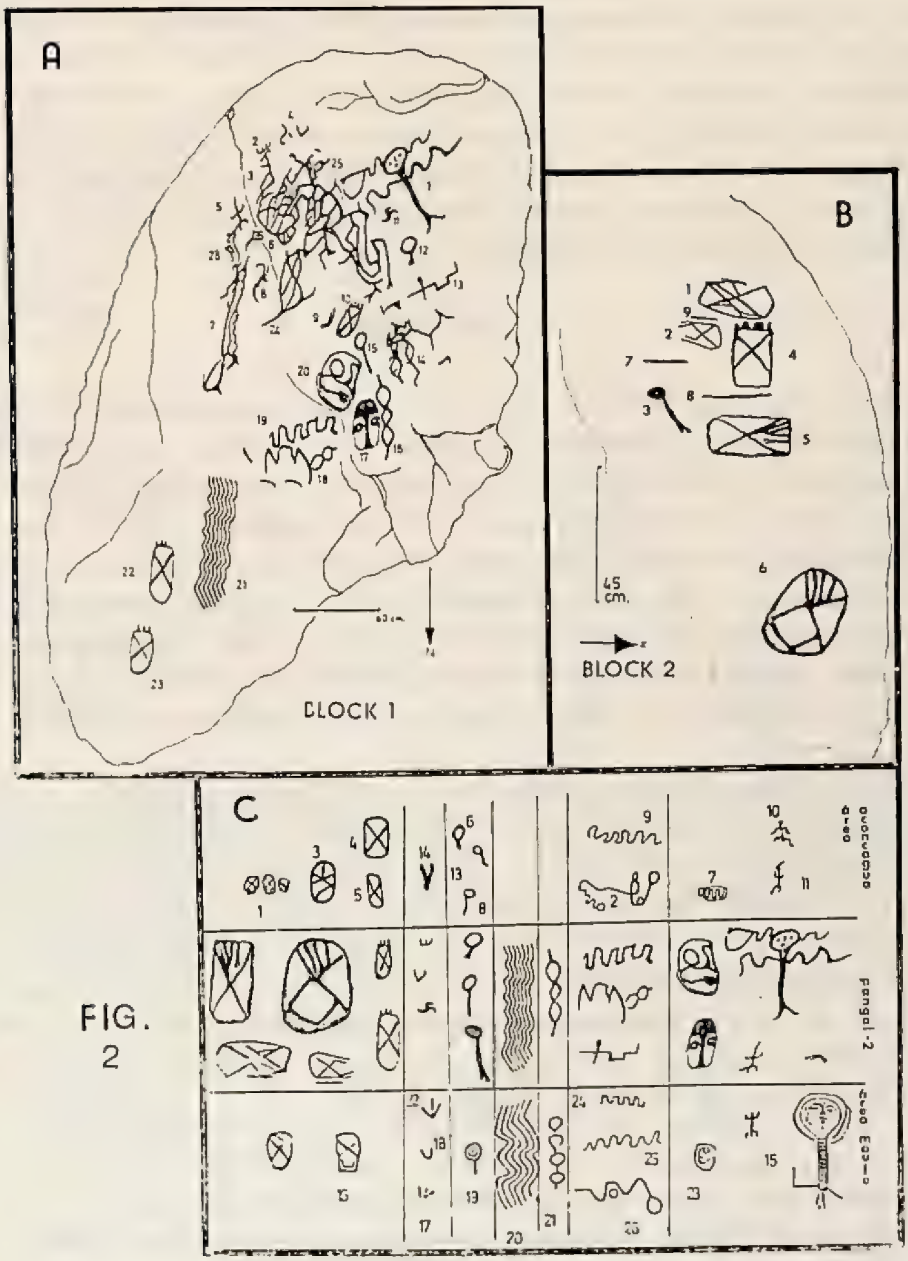



FIG. 2

Fig. 2. Petroglifos. (a) Block 1, (b) Block 2, (c) Comparación de diseños: Vilcuya: 1 y 2; Jahuel: 3 y 4; Río Colorado: 5, 6 y 7; Campo Ahumada: 8, 9, 10, 11 y 12; Hierro Viejo: 13; Pedernal: 14; Cajón Valdés: 15, 16 y 17; Calabozos: 18, 19, 20 y 21; La Gloria: 22 y 23; Cajón Cipreses: 24; Cerro Quiñe: 25; Cerro del Toro: 26. Fuentes: Niemeyer 1964, 1972-73; Igualt 1964, 1970; Sanguinetti 1969, 1970, 1972.

## HALLAZGOS ARQUEOLOGICOS

Entre las evidencias descubiertas destacan: petroglifos y objetos mobiliares. Gran parte de las evidencias de este último tipo fueron halladas en la superficie del piso interior de los refugios rocosos, por nosotros y lugareños, que desde tiempo atrás habían visitado el yacimiento. Estos últimos recogieron objetos de madera, cestería y trozos cerámicos (Figs. 3s, t, u, o).

La mayoría de los objetos estaban mezclados con cascajo lítico menudo y ceniza muy fina. Todas las evidencias están depositadas en el Museo de Historia Natural de Valparaíso.

Deberán realizarse futuras temporadas de campo a fin de encontrar depósitos estratificados en los refugios más profundos, que permitan vincular los hallazgos superficiales a una estratigrafía clara y contextos definidos. En todo caso, la evidencia actual reúne atributos que permiten su estudio e identificación cultural y cronológica.

## PETROGLIFOS

Están ejecutados sobre 2 bloques rocosos separados que han sufrido desfoliación discreta y fracturas por variación térmica. Las caras decoradas enfrentan hacia el macizo andino, y presentan una pátina natural roja de oxidación sobre la cual se han realizado las figuras. El estado de conservación es bueno y no se aprecian superposiciones. Las técnicas de elaboración fueron: punteado o percusión, raspado lineal y cuerpo lleno (Fig. 2a,17). Las representaciones son geométricas y biomorfas. En la interpretación tentativa hemos seguido las identificaciones empleadas por Niemeyer y Weisner (1971). Las técnicas de rescate fueron calco mediante plástico y diapositivas.

Investigaciones de petroglifos en el área fueron realizadas por J. Iribarren (1973), quien informa que A. Plageman en 1906 ya había publicado en Alemania descripciones de petroglifos situados en Pangal, Cajón de Coya y Hacienda Perales. Señala también artículos publicados en la Revista "El Teniente". (V. 2, Nº 12) y Zig-Zag (Nº 2795, 31-10-1958). Stehberg (1975) describe petrografías existentes en la confluencia de los ríos Cachapoal y Pangal, en el fundo Manzanares, que hemos identificado como Pangal 1. Jaffuel (1930) habla de petroglifos hallados en el "Cajón de Los Cipreses", cuenca más al sur de Pangal-2 (Ver fig. 1).

BLOCK 1 (Fig. 2a)

— Superficie de la cara decorada = 2,9 X 2 m (5,8 m²).
— Técnica de trabajo: punteado o percusión, surco superficial, cuerpo lleno
— Interpretación hipotética de los diseños:

1 antropomorfo
2, 9, 11 tridígito (ave)
3, 4, 7, 8, 13, 14 lineatura caprichosa
5 antropomorfo esquemático
6 reticulado irregular
10, 22, 23 signo escudo
12, 15, 25 círculo ciliado
16 rombos enlazados

17 rostro antropomorfo
18 círculo enlazados.
19 ofidios
20 tiara ?
21 agua
24 signo escudo ligado
26, 27, 28 línea simple

BLOCK 2 (Fig. 2b)
— Superficie de la cara decorada: 1,4 X 1 m (1,4 m2).
— Técnica de trabajo: raspado lineal, surco superficial, punteado.
— Interpretación hipotética de elementos:
1, 2 signo escudo
3 círculo ciliado
4, 5, 6 signo escudo
7, 8, 9 línea simple

TABLA 1: Frecuencia y porcentaje de las figuras en ambos bloques:

| BIOMORFAS | B.1 | % | B.2 | % |
|---|---|---|---|---|
| antropomorfas | 3 | 10,7 | — | — |
| rastros de aves | 3 | 10,7 | — | — |
| ofidios | 1 | 3,6 | — | — |
| GEOMETRICAS | | | | |
| signo escudo | 4 | 14,2 | 5 | 56 |
| círculos ciliados | 3 | 10,7 | 1 | 11 |
| círculos enlazados | 1 | 3,6 | — | — |
| tiara (?) | 1 | 3,6 | — | — |
| agua | 1 | 3,6 | — | — |
| rombos enlazados | 1 | 3,6 | — | — |
| reticulado irregular | 1 | 3,6 | — | — |
| lineatura caprichosa | 6 | 21,4 | — | — |
| línea simple | 3 | 10,7 | 3 | 33 |
| | 28 | 100 | 9 | 100 |

Observando el Cuadro Comparativo (Fig. 2c), morfológicamente aparecen figuras pertenecientes a dos estilos: "Aconcagua", representado principalmente por el signo "escudo" y diseños del estilo "Guayquivilo" de más al sur. El signo escudo presenta apéndices exteriores y líneas internas, que sugeriría la representación realista de un pie humano calzado con sandalias.

## OBJETOS MOBILIARIOS

1.—*Alfarería.*— Todos los restos cerámicos encontrados presentan características muy homogéneas y la superficie de color natural, alisada. No se halló un trozo de alfarería pintada o engobada. Se recogieron en superficie 12.950 grs. de cerámica, correspondiendo a 346 trozos, un ceramio casi entero y uno completo. Este universo cerámico fue clasificado en dos grandes conjuntos:

a) Tipo natural alisado no decorado. Lo integran 342 fragmentos (98,84%).

*Pasta.*— Manufactura: acordelado o rodete. En algunos fragmentos se aprecia la unión deficiente de los rodetes. Desgrasante: cuarzo y arena fina; clastos angulosos y subangulosos; distribución regular. Fractura: regular, recta. Color: greda natural. Cocción: atmósfera oxidante. Dispareja, manchas de

reducción parcial. Color del núcleo desde negro a rojo-anaranjado. Dureza: 4 Mohs.

*Superficie.*— Color: exterior e interior color natural de la greda desde café-rojizo hasta café oscuro, con manchas oscuras de reducción parcial. Señales de hollín y calcificaciones. Tratamiento: alisado parejo exterior, alisado irregular interior. Lustre: mate. Textura: mediana a gruesa. Dureza: 4 - 5,5 Mohs.

*Formas Generales.*— Jarros sin asas y ollas subglobulares con y sin asas. Vasijas de probable función utilitaria (Fig. 3a). Grosor paredes: 5 -11,5 mm. Bases: hemisféricas y en un caso aplanada (Fig. 3r). Cuerpo: subglobulares de contorno simple, pequeños a medianos; diámetro aproximado entre 10 y

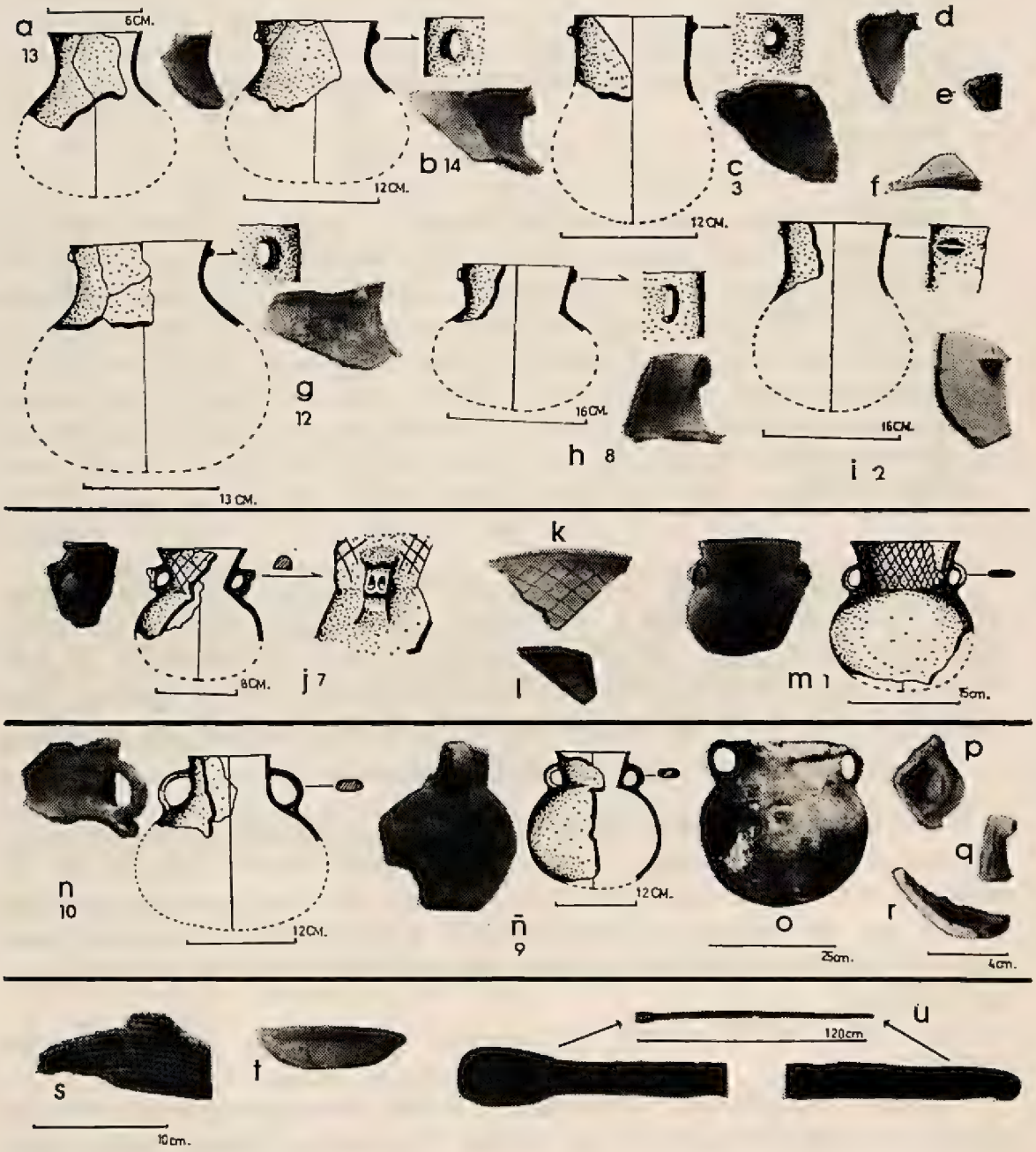



Fig. 3. Objetos mobiliarios.

30 cm. Altura 28 cm. en un ceramio completo (Fig. 3 o). Cuellos rectos levemente evertidos.

Asas: a) mamelones bajo el borde: de botón (Fig. 3b, c, d, e, g) comprimidos verticalmente (Fig. 3h), comprimidos horizontalmente (Fig. 3i), grande vertical (Fig. 3f); b) cintas verticales labio-adheridas (Fig. 3o, q); c) cintas verticales a mitad de cuello (Fig. 3n, ñ, p).

Bordes y labios: bordes directos, labios redondeados. Decoración: ausente.

Son notorias las semejanzas de las formas y los mamelones con las vasijas halladas en Chacayes, hoya del río Maipo (Stehberg 1976, lam. XXXIII figs. 39-40, 41, 45, 46, 47, 52 al 56, 58 al 60, 62 al 64, 67) y en Quinta Normal, Santiago (Stehberg 1976a, figs. 25 a 31).

b) Tipo "Llolleo inciso reticulado". Comprende 4 fragmentos (1,15%) y un ceramio casi completo. Reúne similares características de manufactura, forma y decoración que las definidas por Falabella y Planella (1979, 1980) para los hallazgos de la desembocadura del río Maipo: la cocción es oxidante; las asas tienen en un caso decoración modelada con forma de ala o pata (Fig. 3j); el inciso reticulado es oblícuo y abarca todo el cuello (Fig. 3k, 1). Hay peculiaridades como el asa cinta vertical sin decoración, con la típica unión cuerpo-mitad del cuello, rasgo diagnóstico del Cerámico Temprano de Chile Central. Los trozos presentan además sectores superficiales con calcificaciones. Una olla de doble asa casi entera, de 18 cm. de alto, 14 cm de diámetro de boca y 4 mm de grosor de pared (Fig. 3m). Un fragmento de cuello con asa modelada (Fig. 3j) pertenece a una pequeña olla de 8 cm de diámetro de boca y paredes de 4 mm.

Se reunieron 32 trozos de cuellos de ambos grupos cerámicos, a fin de relacionar comparativamente el diámetro de boca, grosor de paredes y formas de asas, obteniendo las siguientes frecuencias y variaciones:

| Ceramio | diám. cm | grosor pared lmm. | Asas | Correlación |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 6 | 6,5 | — | |
| 7 | 8 | 4 | cinta modelada | Llolleo inc. |
| I | 8 | 5 | — | |
| a | 12 | 5 | — | |
| b | 12 | 5 | mamelón botón | |
| 4 | 12 | 6,5 | | |
| h | 12 | 5 | mamelón botón | |
| k | 12 | 7 | | |
| 16 | 13 | 7 | | |
| 5 | 14 | 6,5 | — | Llolleo inc. |
| 14 | 14 | 9 | mamelón botón | |
| 1 | 14 | 4 | cinta vert. | Llolleo inc. |
| 9 | 14 | 8 | cinta vert. | |
| 12 | 14 | 6 | mamelón botón | |
| c | 14 | 7 | | |
| 1 | 14 | 7 | | |
| 10 | 16 | 1 | cinta vert. | |
| 3 | 16 | 8,5 | mamelón botón | |
| d | 16 | 7 | | |
| e | 16 | 8,5 | mamelón botón | |

| Ceramio | diám cm. | grosor pared. mm. | Asas | Correlación |
|---|---|---|---|---|
| m | 16 | 6 | cinta vert. | |
| 8 | 20 | 10 | mamelón compr. vert. | |
| 2 | 20 | 6,5 | mamelón compr. horizont. | |
| 2724 | 23 | 9 | cinta vertical (vasija entera) | |
| 131 | 24 | 11,5 | | |
| j | 24 | 10 | | |
| f | 28 | 7 | | |
| 129 | 30 | 9 | | |
| 128 | 30 | 8,5 | | |
| n | 30 | 8,5 | mamelón grande vert. | |
| 15 | 32 | 10 | | |
| g | 32 | 8 | | |

Con estos datos se confeccionó un gráfico (Fig. 4), del que se desprende que hay agrupamiento de las variables indicadas en 2 extremos: 1º Vasijas relativamente pequeñas, con grosor de paredes inferior a 9 mm, diám. de boca hasta 16 cm y asas mamelonares de botón y cinta vertical, incluyendo la decoración incisa-reticulada; 2º Vasijas relativamente grandes con paredes hasta 10 mm de grueso y diám. boca hasta 32 cm, incluyendo asas con forma de gran mamelón vertical. En posición intermedia quedan vasijas de tamaño mediano, paredes gruesas (7 a 12 mm) y con asas de cinta vertical, de mamelón comprimido horizontal y verticalmente.

2.—*Artefactos de Madera.* Lugareños residentes en sectores más bajos del valle, entregaron 2 objetos hallados dentro de las cavidades rocosas:

a) *Pala.* Artefacto de probable función primaria agrícola, manufacturado en madera dura y pesada de Kageneckia sp. Aparentemente se usó en su fabricación herramientas cortantes metálicas. Un fechado C-14 dio la data-

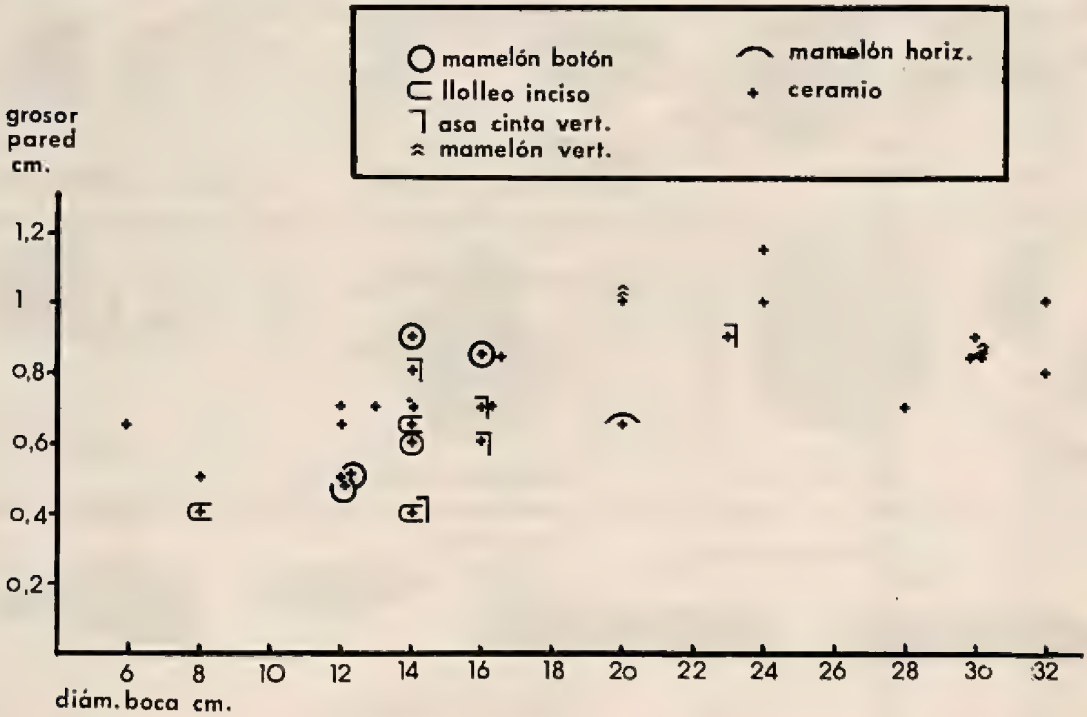



Fig. 4. Gráfico de rasgos cerámicos.

ción 680 ± 40 años AP. = 1.270 ± 40 DC., situándola en el Período Cerámico Tardío del área; en tiempos preincaicos. (Vera 1981).

b) *Instrumento alargado.* (Fig. 3 u). Tallado en un trozo de madera antigua, muy agrietada que lamentablemente fue recubierta parcialmente con barniz transparente. En un extremo posee una protuberancia ovoidal tallada, separada por un surco superficial. El extremo aguzado termina en un rebaje levemente curvo. La madera es parecida a la de la pala. Dimensiones: largo 120 cm, grosor máximo: 5,7 cm; grosor mínimo: 2,9 cm; color superficial: café oscuro; peso: 800 grs.

Desconocemos toda asociación de este objeto, funcionalmente podría ser un cayado de pastor, un bastón ceremonial o garrote. En el pasado se encontraron en el sitio otros objetos de madera que eran recordados como similares a "chuecas". En la literatura arqueológica de Chile Central no aparece algo semejante a este artefacto.

3.—*Cestería.* (Fig. 3s). Fue encontrada dentro de un ceramio subglobular (Fig. 3o) cubierto por cascajo lítico, dentro de un refugio. La técnica de manufactura empleada es aduja en espiral (coiled), en la variedad "con basamento simple encadenado" (simple interlocking coils with foundation). El trozo de 15 x 6,5 cm, pareciera ser parte de un plato o fuente.

4.—*Valva de Molusco Marino.* (Fig. 3t). Exhumado junto al objeto anterior. Corresponde a una especie marina de la familia Mytilidae. La fracturación de valva impide decidir si corresponde a *Mytilus edulis* o *Mytilus chilensis;* ambas especies de amplia distribución desde el sur del Perú hasta Magallanes y por el Atlántico hasta el Brasil.

## DISCUSION

Las características que presenta el yacimiento, situado a 1.470 m s n m señalan que se trata de un sitio cordillerano de uso transitorio. Es evidente que la existencia de numerosos recintos y cavidades naturales subterráneas, indujo a indígenas prehispanos a utilizarlos como refugios, quedando vestigios materiales de su presencia. La existencia de cenizas en el piso de los recintos, asociada a la cerámica, confirma ocupaciones estacionales, pero continuadas. El clima y topografía estarían condicionando su permanencia en las estaciones más favorables: primavera, verano y otoño.

El área en que se enclava puede haber tenido diversos atractivos: ruta hacia portezuelos cordilleranos o la cuenca del río Maipo, animales y aves de caza, vegetales recolectables, leña, material lítico y minerales diversos, pastos de veranadas, etc. La utilización de algunos o todos esos recursos potenciales puede haber derivado en el desarrollo de actividades tales como caza, recolección, minería, pastoreo estacional o cultivos de temporada. Sin embargo, la heterogeneidad de las evidencias culturales rescatadas, aparentemente corresponden a diferentes momentos de ocupación, con gentes procedentes de distintos lugares que pueden haber utilizado el sitio para distintos objetivos.

La presencia de cerámica Llolleo inciso-reticulado, plantea la actividad de grupos venidos desde la desembocadura del Maipo o el Rapel. En San

Antonio este tipo cerámico posee los fechados 140 ± 110 y 280 ± 130 D. C. En el valle medio del Cachapoal en Rancagua, hay también hallazgos de esta cerámica temprana (Falabella y Planella 1979, 1980). Por otro lado, en Pangal-2 hay abundante evidencia de cerámica natural alisada con mamelones, análoga a la ubicada en Chacayes (Stehberg 1976) y Quinta Normal (Stehberg 1976a). Estas correlaciones sugieren una primera ocupación hacia los inicios de nuestra Era.

La existencia de una pala de madera de 680 ± 40 años A. P. (1.270 DC) nos indica en cambio, un momento tardío de ocupación, durante el Período Cerámico Tardío; con una hipotética actividad cultivadora o minera de los portadores (pocos Kms. aguas arriba del yacimiento existe una antigua mina cuprera aún en explotación).

Los petroglifos exhiben una mezcla de diseños, pertenecientes al estilo "Aconcagua" y "Guayquivilo". Sin embargo, no se han descubierto otros vestigios característicos del Complejo Aconcagua como cerámica decorada, que confirmen aquí la asociación planteada entre estilo "Aconcagua" y el complejo de igual nombre. Hay además un fechado Aconcagua, de Lampa (300 D.C.), no objetado, que apoyaría una posible mayor antigüedad para ese complejo sincrónica con otras poblaciones cerámico-tempranas, situación que también pareciera existir en la desembocadura del Río Maipo (Falabella y Planella 1980:88).

La ausencia de cerámica pintada u otros rasgos Aconcagua, Incaicos o coloniales y la inexistencia de superposiciones en las figuras, puede corresponder a una posible ejecución parcial o total de las petrografías durante el Cerámico Temprano. Afirmaría esto la abundancia de Cerámica natural alisada con mamelones en los refugios cercanos a ambos bloques con petroglifos.

El no haberse encontrado aún depósitos estratificados en los recintos habitacionales, impide diferenciar secuencialmente las características funcionales de cada momento ocupacional. Hasta ahora podemos comprobar la ausencia de artefactos de caza y recolección, de restos bióticos y estructuras funerarias.

El yacimiento puede diferir en cuanto a función, respecto de otros sitios cordilleranos de Chile Central, como Novillo Muerto (Stehberg 1980) y Los Llanos (Stehberg y Fox 1977), con evidencias de caza-recolección y Chacayes: ganadería, minería, cultivo de temporada. Los petroglifos hacen pensar en un uso ceremonial del sitio, sea permanente o esporádicamente. Con las evidencias actuales no es posible aún decidir definitivamente, si Pangal-2 pudo ser usado únicamente en la realización de actividades ceremoniales, de minería, de pastoreo o de cultivo ocasional, o en todas ellas.

Los contactos detectados con la costa (valva) y cuenca superior del Maipo, confirman el dinamismo de las poblaciones ocupantes, en sentido Norte-Sur, siguiendo los contrafuertes andinos y desde la costa y Valle Longitudinal hacia la Cordillera, movilidad común en varios sitios cordilleranos entre las hoyas del Aconcagua y el Maule, y originada en la necesidad de usufructuar los recursos naturales de los diversos pisos ecológicos andinos. Se trataría de una variación local de la "verticalidad andina", realizada

desde tiempos anteriores al Cerámico Temprano en Chile Central (Stehberg 1980 a).

## CONCLUSIONES

Pangal-2 es un sitio cordillerano andino de temporada, donde se han descubierto diversos restos arqueológicos hasta ahora sin asociación estratigráfica. Destaca en especial la buena conservación de la madera y cestería, seguramente por condiciones geomorfológicas y micro-climáticas favorables. Los rasgos arqueológicos diagnósticos obtenidos hasta ahora (cerámica con mamelones y "Llolleo", petroglifos con "signo-escudo", fechado 680 ± 40 AP), son hitos que permiten reconocer dos momentos de presencia humana: 1º hacia inicios de la Era Cristiana y 2º durante el Período Cerámico Tardío de Chile Central.

Resalta el no hallazgo de otros restos de origen netamente Aconcagua, Incaicos o Coloniales, ni artefactos de caza-recolección o estructuras funerarias.

Los recursos naturales explotables del sector y los restos culturales hasta ahora conocidos, estarían planteándonos alternativas hipotéticas sobre la utilización del sitio como lugar ceremonial refugio de grupos mineros, de pastores o de cultivadores de temporada. La obtención de información contextual y cronométrica en depósitos estratificados de algún sector del yacimiento, permitirá determinar más adelante su funcionalidad exacta a lo largo de la secuencia ocupacional.

Los petroglifos ofrecen una mezcla de estilos, confirmando que se trata de un lugar transicional entre la influencia del estilo "Aconcagua" y "Guayquivilo"; existiendo una asociación más directa con la cerámica temprana que con otros vestigios cronológicamente posteriores.

Las correlaciones culturales y cronológicas del yacimiento apuntan hacia la cuenca del Maipo, el curso medio del Cachapoal y tal vez, el curso superior del Aconcagua. Estas vinculaciones serían explicables al existir una movilidad de los grupos indígenas en sentido Norte-Sur y viceversa, por los contrafuertes andinos y con el litoral; a fin de conseguir recursos complementarios ofrecidos por los diversos niveles altitudinales a lo largo del año. Eso explicaría la presencia de rasgos presentes en la cuenca de Santiago y Cajón del Maipo, relacionados directamente con El Molle (Chacayes) y otros procedentes de la Costa Central y valle del Cachapoal, pertenecientes al Complejo Llolleo. Al parecer esta forma de movilidad se mantuvo vigente en el yacimiento por lo menos hasta los siglos XIII-XIV D. C.

AGRADECIMIENTOS: Al Profesor G. Mercado de la Universidad de Valparaíso, por sus opiniones acerca de la geomorfología del lugar, y al atento guía Sr. José Contreras Pozo, jefes y personal de Bocatoma-Pangal, por su fundamental cooperación.

## REFERENCIAS

CORFO. 1962. Geografía Económica de Chile. Vols. I y IV. Stgo., Chile.

CUNILL, P. 1970. Geografía de Chile. 3ª ed. Editorial Universitaria. Stgo., Chile.

FALABELLA, F. y M. PLANELLA. 1979. Curso inferior del río Maipo: Evidencias Agroalfareras. Tesis de Licenciatura en Arqueol. y Prehist. Univ. de Chile. Santiago.

FALABELLA, F. y M. PLANELLA. 1980. Secuencia Cronológico-cultural para el sector de desembocadura del río Maipo. Rev. Chil. Antropol., 3: 87-107.

HERNANDEZ, S. 1973. Geografía de plantas y animales de Chile. 2ª ed. Edit. Universitaria. Stgo. de Chile.

IRIBARREN, J. 1973. Geoglifos, pictografías y petroglifos de Chile. Bol. Mus. Arq. La Serena, 15: 133-160.

JAFFUEL, F. 1930. Las piedras pintadas del Cajón de Los Cipreses, hoya del Cachapoal. Rev. Chil. Hist. Nat. 34: 235-248.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana 40 U. de Concepción, Chile.

NIEMEYER, H. y L. WEISNER. 1971. Los petroglifos de la cordillera andina de Linares. Actas VI Congreso de Arq. Chilena: 405-468. Stgo. de Chile.

NUÑEZ, L., J. VARELA y J. CASAMIQUELA. 1981. Ocupación Paleoindio en Quereo (IV Región), Reconstrucción multidisciplinaria en el territorio semiárido de Chile. Bol. Mus. Arq. La Serena 17: 32-67.

STEHBERG, R. 1975. Diccionario de sitios arqueológicos de Chile. Central. Public. Ocas. Mus. Nac. Hist. Nat. 17, Stgo. de Chile.

STEHBERG, R. 1976. El cementerio alfarero temprano de Chacayes. Interior del Cajón del Maipo, Chile, datado en 430 años D. C. Actas IV Congreso Nac. de Arq. Argentina (San Rafael): 227-295.

STEHBERG, R. 1976a. Un sitio habitacional alfarero temprano en el interior de la Quinta Normal, Stgo. datado en 180 años A. C. Anales U. del Norte, (10): 127-140.

STEHBERG, R. 1980. Ocupaciones prehispánicas en El Arrayán, con especial referencia al alero del Novillo Muerto. Bol. Mus. Hist. Nat. Stgo., 37: 43-60.

STEHBERG, R. 1980a. Aproximación metodológica al estudio del poblamiento humano de los Andes de Santiago. Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Stgo. 37: 9-39.

STEHBERG, R y K. FOX. 1977 Excavaciones arqueológicas en el alero rocoso de Los Llanos, interior de El Arrayán, Prov. de Stgo. VII Congreso de Arq. Chilena 1: 217-241. Ed. "Kultrun".

VERA, J. 1981. Una pala precolombina de Chile Central del año 1.270 D. C. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 14: 19-25.

NOTA CIENTIFICA:

# *DESCHAMPSIA CORDILLERARUM* HAUMAN NUEVA GRAMINEA PARA LA FLORA CHILENA

OTTO ZOELLNER SCHORR.

El género *Deschampsia,* creado por Palisot de Beauvais (1812), comprende más o menos 40 especies, distribuidas en las regiones frías de ambos hemisferios. Lorenzo Parodi ha investigado las especies sudamericanas de este género y constató 17, las que residen principalmente en las regiones andinas. Según Parodi (1949), 8 de las especies recolectadas habitan exclusivamente en Chile, 7 tanto en la Cordillera chilena como en la argentina

Fig. 1 A = hábito de la planta; B = espiguilla; C = caña florífera; D = antecio; E = cariopse.

y sólo 2 en Argentina, en la provincia de Mendoza: *D. mendocina* Parodi y *D. cordillerarum* Hauman. Esta última, fue detectada por Hauman en la provincia de Mendoza, en Las Cuevas a 3.300 m de altura (Marzo, 1918). El autor encontró esta especie en la V Región en la provincia de Los Andes.

Lab. Fanerogamia, Instituto de Biología. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

Parodi (1949) señala en el tratado sobre las *Deschampsias,* que las especies pertenecientes a este género, difieren entre sí, por caracteres sutiles, a menudo difíciles de apreciar. Las principales características del género son las siguientes: las lemas poseen 4 dientes en el ápice, uno de ellos sobrepasa en algo a los demás; las aristas insertas dorsalmente en la parte inferior de la lema, son más cortas que las glumas o las sobrepasan por muy poco; la raquilla está provista de pelos; la espiga es pauciflora, consta generalmente de 2 flores.

Esta nueva gramínea de la flora chilena, sólo se diferencia morfológicamente de *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., por poseer una arista que sobrepasa a las glumas.

En cuanto a su distribución, D. *cordillerarum* se encuentra a grandes alturas, en las provincias de Los Andes y Mendoza, en cambio *D. caespitosa,* lo hace en Chile desde el valle de Elqui hasta Tierra del Fuego, en Bolivia, Argentina y Brasil.

Distribución geográfica: Cajón del cerro La Gloria a 2.600 m de altura en la provincia de Los Andes, V Región. 1-Enero-1982 Nº 11.622 (Herb. Zoellner). Las plantas se desarrollaron a orillas de un arroyo de fuerte pendiente, donde eran salpicadas constantemente por sus aguas turbulentas, que llevaba gran cantidad de agua por los deshielos. El lugar del hallazgo, está a poca distancia de las grandes cascadas del Cajón de La Gloria.

## REFERENCIAS

HAUMAN, L. 1918. La Végétation des Hautes Cordilléres de Mendoza. An. Cient. Arg., 86: 77-79.

PARODI, L. 1949. Las Gramíneas sudamericanas del género Deschampsia Darwiniana, 8 (4): 415-475.

# ESTUDIO POBLACIONAL EN BASE A LOS GRUPOS SANGUINEOS EN LA QUINTA REGION

ALEJANDRO HORVAT, LIVIO NUÑEZ, MARIANELA BARRA, CARLOS NUÑEZ, SERGIO MARSHALL

ABSTRACT: Using the data obtained from three different hospitals in Chile (V Region) we have calculated the frequencies of the IA, IB and i alleles corresponding to blood groups A, B, AB and O respectively. At the same time, the frequencies (percentages) of groups Rh+ and Rh— were determined. The survey was carried out with data collected in two different one-year periods (1977 and 1981).

Considering the relative frequencies of groups A and B, we did not detect significant differences among the samples studied. Therefore, we conclude that all samples analyzed belong to a genetically homogeneous population. On the other hand, our data showed significant differences with those obtained from ethnic groups.

Los genes y sus alelos se segregan y recombinan, producto de los procesos de meiosis y fertilización. Estas segregaciones y recombinaciones son las responsables de producir la variabilidad genética, pero, al mismo tiempo, permiten la mantención de las características propias de una especie a través de las generaciones.

Una población, en el sentido biológico más amplio, es el conjunto de individuos de la misma especie que coexisten geográfica y temporalmente, reproduciéndose sexual y libremente entre sí, compartiendo el mismo acervo de alelos. El número de recombinaciones posibles dentro de una población es $3^n$, siendo n el número de alelos considerados.

La predicción del perfil genético de una población, siguiendo las leyes de Mendel (Mendel 1865), fue demostrado independientemente por G. H. Hardy (1908) y W. Weinberg (1908). El principio de Hardy-Weinberg constituye la base de la genética de poblaciones; por lo tanto, es posible estudiar una característica funcional específica en un grupo de individuos y comparar el grado de expresión de la misma, a través del tiempo.

En el hombre, una característica importante que se hereda por alelos múltiples, es la de los grupos sanguíneos. Se sabe, desde el descubrimiento de Landsteiner (1901) que la sangre humana presenta tipos diferentes, dependiendo de la reacción que ocurre entre los glóbulos rojos de un individuo y el plasma de la sangre de otro, cuando estos se combinan.

Aproximadamente entre 1925 y 1930, Bernstein estableció que estos tipos sanguíneos eran determinados por alelos múltiples de un locus simple y los denominó $I^A$, $I^B$ e $I^O$ (Bernstein 1930). Con respecto a la isoaglutinación ABO, se ha establecido la existencia de cuatro grupos sanguíneos en la especie humana, los cuales son denominados según sus antígenos como O, A, B, y AB, siendo los alelos $I^A$ e $I^B$ codominantes y el alelo $I^O$ recesivo para ambos. Estos cuatro grupos específicos se distinguen entre sí, por las propiedades inmunológicas de los glóbulos rojos y el plasma, sabiendo que

Laboratorio de Genética, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

cada tipo de sangre carece de los anticuerpos que aglutinan sus propios glóbulos rojos.

Además de los antígenos que definen el sistema ABO, la sangre humana presenta otros antígenos en la superficie de los glóbulos rojos, los que también permiten clasificar en diferentes grupos a los individuos que los portan. Uno de estos antígenos, define el conocido sistema Rh. Existen personas que presentan el antígeno, denominadas Rh positivas (Rh+), y personas que no lo poseen, llamadas Rh negativas (Rh—). Este sistema está genéticamente definido por la participación de tres pares de genes cada uno de ellos con múltiples alelos.

Dada la importancia de los sistemas ABO y Rh, para las transfusiones de sangre, cada individuo debiera conocer el grupo a que pertenece y su condición de Rh.

Considerando que la genética de poblaciones pretende dar respuesta a una serie de interrogantes relacionadas con el comportamiento de los genes a nivel de grupos de organismos vivos, y sabiendo que la información sobre los sistemas ABO y Rh está registrada en los bancos de sangre de los hospitales, sin que exista un trabajo sistemático de análisis de datos desde el punto de vista genético, estadístico o de ambos, hemos querido recopilar e integrar la información disponible en tres hospitales de la Quinta Región.

En consideración a lo anterior, los objetivos que nos hemos propuesto son los siguientes:

1. Determinar la frecuencia de grupos ABO y factor Rh en tres ciudades de la Quinta Región a fin de detectar si constituyen una población homogénea.
2. Comparar la variación de estos grupos, ABO y Rh, entre los años 1977 y 1981 para verificar si el principio de Hardy-Weinberg se mantiene en el tiempo.
3. Determinar si la proporción de alelos en la Quinta Región, comparada con la de otros grupos étnicos, permite diferenciar poblaciones humanas.

## MATERIALES Y METODOS

1.—*Características de la muestra.*

El presente trabajo se realizó en base a datos recopilados en los Bancos de Sangre de los Hospitales "Enrique Deformes" de Valparaíso, "San Juan de Dios" de los Andes y "Gustavo Fricke" de Viña del Mar, correspondientes a donantes inscritos durante los años 1977 y 1981.

El número total de casos analizados corresponde a 13.270 donantes distribuidos en los tres hospitales y separados de acuerdo a los distintos grupos del sistema ABO y el sistema Rh.

Podemos confiar que las muestras de sangre son homogéneas debido a que las exigencias a los donantes y las técnicas de análisis utilizadas son rigurosas y similares en los tres hospitales.

2.—*Tratamiento estadístico de los datos.*

Tomando como base la Teoría de los alelos múltiples planteada por Bernstein 1930, la composición del sistema ABO de una población es:

| GRUPO SANGUINEO | GENOTIPO | FRECUENCIA ESPERADA |
|---|---|---|
| O | IOIO | $r^2$ |
| A | IAIA | |
| | IAIO | $p^2 + 2pr$ |
| B | IBIB | |
| | IBIO | $q^2 + 2qr$ |
| AB | IAIB | $2pq$ |

Las fórmulas de la última columna de esta tabla permiten expresar las frecuencias de p, q y r, asignadas a los tres alelos, en términos de las frecuencias observadas de los grupos sanguíneos. Como primera condición tenemos que las frecuencias de los alelos p, q y r deben sumar 1.

$$p + q + r = 1 \qquad (1)$$

2.1. *Cálculo de frecuencias relativas y ajustadas de alelos.*

Dado que nuestro propósito inicial fue determinar la frecuencia de los grupos sanguíneos, partimos considerando que la frecuencia esperada de los individuos del grupo O es $r^2$, entonces:

$$r = \sqrt{\bar{O}} \qquad (2)$$

Por otra parte, la frecuencia conjunta de las personas de los grupos O y A es:

$$\bar{O} + \bar{A} = r^2 + 2pr + p^2$$

$$\bar{O} + \bar{A} = (r + p)^2$$

$$\text{por lo tanto } p + r = \sqrt{\bar{O} + \bar{A}} \qquad (3)$$

Del mismo modo,

$$\bar{O} + \bar{B} = r^2 + 2qr + q^2$$

$$\bar{O} + \bar{B} = (r + q)^2$$

$$\text{o sea, } r + q = \sqrt{\bar{O} + \bar{B}} \qquad (4)$$

Ahora, sustituyendo $q + r$ por $\bar{O} + \bar{B}$ en (1) tenemos que:

$$p = 1 - \sqrt{\bar{O} + \bar{B}}$$

de igual manera, sustituyendo $p + r$ por $\bar{O} + \bar{A}$ obtenemos:

$$q = 1 - \sqrt{\bar{O} + \bar{A}}$$

De esta forma obtenemos los valores de las frecuencias de p, q y r, pero, por omitirse el grupo AB, la sumatoria de éstas no llega a la unidad. Por consiguiente, es necesario utilizar un factor de corrección para obtener las frecuencias esperadas ajustadas (ajuste de Bernstein. Bernstein 1930).

$$p^* = p\ (1 + D/2), \text{ donde } D = 1 - (p + q + r)$$

$$q^* = q\ (1 + D/2)$$

$$r^* = (r + D/2)\ (1 + D/2)$$

2.2. *Estimación por intervalo de confianza de las frecuencias relativas q, para determinar la similitud o diferencia de poblaciones.*

Para verificar si los tres Hospitales encuestados representan una misma población, se compararon entre sí las estimaciones por intervalo de confianza de la frecuencia relativa q, suponiendo muestreo al azar simple en los tres casos.

$$q' = \frac{\bar{B}}{\bar{A} + \bar{B}} = \text{(frecuencia relativa del grupo B)}.$$

Entonces, el error estandar fue: $ES\ q' = \sqrt{\frac{p'q'}{2N}}$

Donde: N = sumatoria de los individuos de los grupos A y B muestreados en un Hospital

p' = Frecuencia relativa del grupo A

q' = Frecuencia relativa del grupo B

Los intervalos de confianza trabajados, fueron:

q' ± 1,96 ESq' para 95% de confianza;

q' ± 2,58 ESq', para 99% de confianza.

Si los intervalos de confianza calculados para q' en los tres hospitales no se sobreponen, serían considerados pertenecientes a poblaciones distintas. En caso contrario pertenecerían a una misma población.

2.3. *Determinación de similitud o diferencia entre la población estudiada y otros grupos étnicos.*

A fin de decidir si los grupos muestreados en la Quinta Región difieren de otras poblaciones en sus frecuencias de alelos del sistema ABO, utilizamos la misma metodología descrita en 2.2.

## RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Cálculo de frecuencia de alelos, sistema ABO.*

De la determinación de las frecuencias relativas, y de las frecuencias

ajustadas de alelos, del sistema ABO, podemos observar que en el año 1977 (Tabla 1.1.) el grupo con mayor frecuencia es el O y el de menor el AB, siendo este último el que presenta más fluctuaciones.

Se puede señalar, además, que las frecuencias de los cuatro grupos son similares en los tres hospitales, pero, en el hospital San Juan de Dios se observa que el grupo O alcanza un valor superior, en cuanto a su frecuencia, al de los otros hospitales.

En el año 1981 (Tabla 1.2.) se repite, en términos generales, el mismo esquema observado en 1977, con excepción del hospital San Juan de Dios en que el grupo AB manifiesta una baja en su frecuencia.

Si analizamos el comportamiento de las frecuencias relativas (%) de cada uno de los grupos. tanto en el tiempo (1977 a 1981) como en el espacio (variación de un hospital a otro) (Tabla 2), podemos ver que en los grupos A, B y O éstas tienden a mantenerse, experimentando sólo leves variaciones. En cambio, el grupo AB, en los hospitales Deformes y San Juan de Dios, sufre una baja considerable, lo que podría deberse al tamaño de la muestra recogida.

Si bien es cierto, en el hospital San Juan de Dios los datos recogidos en los dos años analizados son aproximadamente los mismos, éstos son considerablemente menores a los obtenidos en el hospital Gustavo Fricke (Tablas 1.1 y 1.2).

Por otra parte, en el hospital Deformes, la disminución en el número de datos recogidos se debió posiblemente, al traslado de algunos servicios a otro hospital de Valparaíso.

TABLA Nº 1: F relativas (%) y ajustadas en los alelos (p*, q* y r*) del sistema ABO

1.1. AÑO 1977

| Fenotipo | HOSPITAL ENRIQUE DEFORMES | | | HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS | | | HOSPITAL GUSTAVO FRICKE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | Frecuencias Relativas (%) | Frecuencias Ajustada de alelos | Nº | Frecuencias Relativas (%) | Frecuencias Ajustada de alelos | Nº | Frecuencias Relativas (%) | Frecuencias Ajustada de alelos |
| O | 1.355 | 56.6 | r* = 0.750111 | 737 | 63.8 | r* = 0.800229 | 2.021 | 56.2 | r* = 0.753190 |
| A | 738 | 30.8 | p* = 0.184868 | 289 | 25.0 | p* = 0.142120 | 1.117 | 31.0 | q* = 0.180569 |
| B | 236 | 9.8 | q* = 0.065018 | 114 | 9.8 | q* = 0.057648 | 399 | 11.0 | q* = 0.066235 |
| AB | 64 | 2.6 | | 14 | 1.2 | | 58 | 1.6 | |
| Total | 2.393 | 99.8 | 0.999997 | 1.154 | 99.8 | 0.999997 | 3.595 | 99.8 | 0,999994 |

1.2. AÑO 1981

| Fenotipo | HOSPITAL ENRIQUE DEFORMES | | | HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS | | | HOSPITAL GUSTAVO FRICKE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | Frecuencias Relativas (%) | Frecuencias Ajustada de alelos | Nº | Frecuencias Relativas (%) | Frecuencias Ajustada de alelos | Nº | Frecuencias Relativas (%) | Frecuencias Ajustada de alelos |
| O | 851 | 57.5 | r* = 0.758639 | 634 | 61.8 | r* = 0.791019 | 2.164 | 59.7 | r* = 0.772422 |
| A | 461 | 31.1 | p* = 0.182645 | 296 | 28.8 | p* = 0.160740 | 1.058 | 29.2 | p* = 0.170482 |
| B | 139 | 9.3 | q* = 0.058714 | 90 | 8.7 | q* = 0.048232 | 330 | 9.1 | q* = 0.057094 |
| AB | 29 | 1.9 | | 5 | 0.5 | | 71 | 1.9 | |
| Total | 1.480 | 99.8 | 0.999998 | 1.025 | 99.8 | 0.999991 | 3.623 | 99.9 | 0.999998 |

TABLA Nº 2: Resumen de frecuencias relativas (%) observadas del sistema ABO

| FENOTIPO | Hospital Enrique Deformes | | Hospital San Juan de Dios | | Hospital Gustavo Fricke | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Año 1977 | Año 1981 | Año 1977 | Año 1981 | Año 1977 | Año 1981 |
| O | 56.6 | 57.5 | 63.8 | 61.8 | 56.2 | 57.9 |
| A | 30.8 | 31.1 | 25.0 | 28.8 | 31.0 | 29.2 |
| B | 9.8 | 9.3 | 9.8 | 8.7 | 11.0 | 9.1 |
| AB | 2.6 | 1.9 | 1.2 | 0.5 | 1.6 | 1.9 |
| TOTAL | 99.8 | 99.8 | 99.8 | 99.8 | 99.8 | 99.9 |

2. *Cálculo de frecuencia, sistema Rh.*

Al analizar, temporal y espacialmente, las frecuencias relativas del sistema Rh (Tabla 3) podemos visualizar que existe predominio de los Rh positivos sobre los Rh negativos, en una proporción casi constante, en los tres hospitales. Esto se mantiene tanto en el año 1977 como en el año 1981, produciéndose una pequeña variación, de un año a otro, en el hospital Deformes, debido, tal vez, a una disminución en el número de casos analizados.

TABLA 3: Frecuencias relativas ( % ) del sistema Rh.

3.1. AÑO 1977

| FACTOR | HOSPITAL ENRIQUE DEFORMES | | HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS | | HOSPITAL GUSTAVO FRICKE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | Frecuencia relativa % | Nº | Frecuencia relativa (%) | Nº | Frecuencia relativa (%) |
| Rh+ | 2.257 | 94.316 | 1.075 | 93.154 | 3.373 | 93.825 |
| Rh— | 136 | 5.684 | 79 | 6.846 | 222 | 6.175 |
| TOTAL | 2.393 | 100.000 | 1.154 | 100.000 | 3.595 | 100.000 |

3.2. AÑO 1981

| FACTOR | HOSPITAL ENRIQUE DEFORMES | | HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS | | HOSPITAL GUSTAVO FRICKE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | Frecuencia relativa (%) | Nº | relativa (%) Frecuencia | Nº | Frecuencia relativa (%) |
| Rh+ | 1.351 | 91.284 | 949 | 92.585 | 3.370 | 93.016 |
| Rh— | 129 | 8.716 | 76 | 7.415 | 253 | 6.984 |
| TOTAL | 1.480 | 100.000 | 1.025 | 100.000 | 3.623 | 100.000 |

3. *Análisis poblacional.*

TABLA Nº 4. Frecuencias relativas p' y q' y su error estandard, considerando sólo los fenotipos A y B.

| Hospital | Año 1977 p' | Año 1977 q' | Año 1977 ES | Año 1981 p' | Año 1981 q' | Año 1981 ES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E. Deformes ..... | 0,759 | 0,241 | 0,0097 | 0,770 | 0,230 | 0,0121 |
| S. Juan de Dios ..... | 0,718 | 0,282 | 0,0158 | 0,768 | 0,232 | 0,0152 |
| Gustavo Fricke ..... | 0,738 | 0,262 | 0,0079 | 0,762 | 0,238 | 0,0080 |

TABLA Nº 5. Intervalos del 95% de confianza para el valor relativo de q', años 1977 y 1981

| Hospital | Año 1977 Extremo inf. | Año 1977 Extremo sup. | Año 1981 Extremo inf. | Año 1981 Extremo sup. |
|---|---|---|---|---|
| E. Deformes | 0,242 | 0,261 | 0,232 | 0,255 |
| S. Juan de Dios | 0,252 | 0,313 | 0,202 | 0,262 |
| Gustavo Fricke | 0,247 | 0,263 | 0,222 | 0,238 |

Podemos observar que tanto para el año 1977 como para el año 1981 existe una sobreposición de los intervalos de confianza del 95%, calculados para el valor relativo de q' (Tabla 4) entre las muestras de los tres Hospitales, por lo que concluimos que no difieren significativamente en cuanto a las frecuencias relativas para el sistema ABO.

4. *Comparación de poblaciones.*

Finalmente comparamos una muestra de la Quinta Región con otros grupos étnicos para ver si existen similitudes o diferencias entre ellas.

Dado que las tres ciudades estudiadas constituyen una misma población, y considerando que el mayor número de datos corresponde al hospital Gustavo Fricke de Viña del Mar, en el año 1981, lo tomamos para compararlo con los Lapones de Noruega de Polmak-Sirma (Kornstad 1972) y la Tribu Mograbi del Oeste de Arabia Saudita (Saha y otros 1980), los cuales constituyen grupos relativamente cerrados y geográficamente distantes de nosotros.

Al comparar las frecuencias relativas de Viña del Mar con Polmak-Sirma y Oeste de Arabia Saudita es posible visualizar algunas semejanzas y diferencias (Tabla 6).

Entre Viña del Mar y Oeste de Arabia Saudita el grupo predominante es el O, existiendo variaciones en la frecuencia de los otros grupos. Estas variaciones se hacen muy notorias al comparar ambos con Polmak-Sirma en que el grupo predominante es el A.

TABLA Nº 6: Frecuencias relativas (%) del sistema ABO en Viña del Mar, Polmak-Sirma y Oeste de Arabia Saudita

| FENOTIPO | VIÑA DEL MAR Chilenos Nº | VIÑA DEL MAR Chilenos Frecuencia relativa (% | POLMAK - SIRMA Lapones Noruegos Nº | POLMAK - SIRMA Lapones Noruegos Frecuencia relativa (%) | OESTE de ARABIA SAUD. Tribu Mograbi Nº | OESTE de ARABIA SAUD. Tribu Mograbi Frecuencia relativa (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O | 2.164 | 59.7 | 11 | 21.5 | 26 | 50.9 |
| A | 1.058 | 29.2 | 37 | 72.5 | 11 | 21.5 |
| B | 330 | 9.1 | 1 | 2.0 | 12 | 23.5 |
| AB | 71 | 1.9 | 2 | 3.9 | 2 | 3.9 |
| TOTAL | 3.623 | 99.9 | 51 | 99.9 | 51 | 99.8 |

TABLA Nº 7. Frecuencia relativas p' y q' y Error estandard en Viña del Mar, Polmak-Sirma y Oeste de Arabia Saudita.

| | p' | q' | ES |
|---|---|---|---|
| Viña del Mar | 0.762 | 0,238 | 0,0080 |
| Polmak - Sirma | 0,974 | 0,026 | 0,0182 |
| Oeste de Arabia Saudita | 0,478 | 0,522 | 0,0736 |

TABLA Nº 8. Intervalos del 99% de confianza para q' de Viña del Mar, Polmak-Sirma y Oeste de Arabia Saudita.

| | Extr. inf. | Extr. sup. |
|---|---|---|
| Viña del Mar | 0.217 | 0,259 |
| Polmak - Sirma | 0,000 | 0,073 |
| Oeste de Arabia Saudita | 0,332 | 0,712 |

Utilizando la comparación mediante intervalos de confianza del 99% (Tablas 7 y 8) determinamos que los tres lugares seleccionados constituyen poblaciones diferentes, ya que no existe sobreposición de los valores extremos de dichos intervalos.

## CONCLUSIONES

En vista del análisis de los resultados podemos concluir que:

1.—Considerando las frecuencias de los alelos estudiados en los tres hospitales, puede estimarse a la Quinta Región como una población homogénea respecto del sistema ABO.

2.—El principio de Hardy-Weinberg se cumple, dentro de las limitaciones impuestas por los mismos autores.

3.—El método utilizado es un parámetro válido para comparar y diferenciar poblaciones.

## REFERENCIAS

BERNSTEIN, F. 1930. Fortgesetzte Untersuchungen aus der Theorie der Blutgruppen. Z. f. A. u. V. 56: 233-273.

HARDY, G. H. 1908. "Mendelian proportions in a mixed population". Science, 28: 49-50.

KORNSTAD, L. 1972. Distribution of the Blood Group of the Norwegian Lapps. Am. J. Phys. Anthropology, 36 (2): 257-266.

LANDSTEINER, K. 1901. Uber Agglutinationserscheinungen menschii chen Blutes. Wien. Klin. Wschr., 14 (1901): 1132.

MENDEL, G. 1865. "Experiments in Plant Hybridization" in Classic Paper in Genetics, pp. 1-19. 1959. Edited by James A. Peters. Prentice-Hall Inc. USA.

SAHA, N., R. A. BAYOUMI, F. S. EL SHEIKH, A. P. W. SAMUEL, I. EL FADIL, I. S. EL HOURI, Z. A. SEBAI y H. M. SABAA. 1980. Some Blood Genetic Markers of Selected Tribes in Western Saudi Arabia. Am. J. Phys. Anthrop., 52 (4): 595-600.

WEINBERG, W. 1908. Uber den Nachweis der Verebrung beim Menschen, Jahreshefte f. Vaterl. Naturk. in Wurttemberg 64: 368.

# POTENCIALIDAD MUTAGENICA DE PESTICIDAS USADOS EN CHILE

PABLO GARCIA, ALEJANDRO HORVAT Y SERGIO MARSHALL

ABSTRACT: 20 pesticides of common use in chilean agriculture were screened for their mutagenic potential using the Ames Test. Only one of these pesticides, Captan 80, was found to be mutagenic. The hazardousness of this finding is discussed.

Múltiples evidencias involucran la participación de compuestos químicos en la génesis del cáncer (Heilderberger 1975; Weinstein et al. 1976). Aunque se desconoce el mecanismo exacto mediante el cual estos compuestos intervendrían en la transformación maligna, se ha sugerido que podría ser por inducción de mutaciones puntuales (Bouck y Di Mayorga 1976; Mc Cann y Ames 1976). Sin embargo, estos compuestos, denominados carcinógenos, no son necesariamente mutagénicos "per se", aunque pueden transformarse en tales si son activados por sistemas enzimáticos celulares (Sims 1980).

Ames, Mc Cann y Yamasaki (1975) han desarrollado un test microbiológico que permite determinar la potencialidad mutagénica de cualquier compuesto químico. Usando cepas específicas de *Salmonella typhimurium* que poseen ciertas características genéticas que las hacen más sensibles a modificaciones por agentes externos, se mide el efecto de los mismos para inducir la reversión de un carácter auxotrófico (his—) al estado prototrófico (his+). El ensayo se complementa con la adición de un extracto de hígado de ratas que contiene los sistemas desintoxificadores microsomales responsables de la posible activación de un carcinógeno en mutágeno (Ames et al., op. cit.). Los sistemas desintoxificadores celulares son inducidos al máximo, si las ratas son previamente tratadas con Aroclor 1254 (Alvarez et al. 1973).

La potencialidad mutagénica de compuestos químicos dados, ensayada mediante el test, se correlaciona en buena forma con la potencialidad carcinogénica determinada por ensayos en animales (Mc Cann et al. 1975b).

Chile posee altos índices de cáncer gástrico, siendo una de las causales importantes de muertes en el país (Armijo et al. 1981). Teniendo en cuenta la relación entre mutagénesis y carcinogénesis, nos pareció importante analizar la potencialidad mutagénica de compuestos químicos a los que la población chilena está expuesta. En este trabajo analizamos la potencialidad mutagénica de veinte pesticidas usados en la agricultura chilena, y que, eventualmente, pueden entrar en contacto con la población a través de los alimentos.

---

Sección Genética del Instituto de Biología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059,

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó una variante del Test de Ames, desarrollada recientemente (García 1981):

a) Origen de las cepas bacterianas: se utilizaron las cepas TA 98 (*his*D 3052; *rfa; uvrB;* R+), y TA 100 (*hisG* 46; *rfa;* uvrB; R+) según la descripción de Ames y donadas por el mismo autor (Ames et al 1975).
b) Origen de extracto celular: la fracción microsomal que contiene las enzimas desintoxificadoras se obtiene normalmente del hígado de ratas (Ames et al. 1975). En el presente trabajo, dicha fracción se obtuvo de ratones Balb/C y/o NIH-Swiss (García 1981).
c) Inducción de los sistemas desintoxificadores en hígado de ratones: ratones adultos de las cepas mencionadas, fueron inyectados intraperitonealmente con una solución 10% de Aroclor 1254 (donación del Dr. E. Eisenstadt, USA) en aceite de maíz, en dosis de 500 mg/kg de peso. Al quinto día los animales fueron sacrificados por decapitación y el extracto celular preparado según descripción previa (Ames et al. 1975).
d) Origen de pesticidas ensayados: todos los pesticidas corresponden a muestras distribuidas libremente en el mercado agrícola nacional y fueron obtenidas por donación de agricultores de la Quinta Región.

## RESULTADOS

Para verificar la sensibilidad del test, utilizando el extracto del hígado de ratones, que contiene las enzimas desintoxificadoras (s-9), se ensayó el compuesto naranja de acridina, mutágeno conocido, en presencia y ausencia de la fracción s-9, tanto de ratones normales como de ratones tratados con Aroclor 1254. Los resultados nos indicaron que la fracción s-9 del hígado de ratones tratados incrementa notoriamente la potencialidad mutagénica de naranja de acridina.

La actividad mutagénica de los pesticidas fue ensayada agregándolos directamente al agar suave fundido antes de verterlo sobre las placas Petri.

Se ensayaron pesticidas sólidos y líquidos, disueltos o diluidos en Etanol o en el Dimetil sulfóxido (DMSO), según su solubilidad, y en presencia de la fracción s-9 obtenida del hígado de ratones tratados con Aroclor 1254. Se trató de prevenir posibles casos en que el exceso de la concentración del pesticida inhibiera el crecimiento de las bacterias revertidas. Para esto, las cantidades ensayadas variaron entre 0,1 ug y 100 ug para los pesticidas sólidos, y el equivalente entre 1 nl y 1 ul de los pesticidas líquidos. La concentración de los ingredientes activos de estos últimos varía entre un 40% y 100% peso/volumen. El número de las colonias presentes en las placas Petri controles representa los niveles de reversiones espontáneas características para cada cepa. El número real de colonias revertidas por el efecto del mutágeno se obtiene restando las que corresponden a reversiones espontáneas, presentes en las placas controles, del total de las colonias contadas en las placas con mutágeno.

En las Tablas I y II se indican los solventes usados para cada uno de

los pesticidas y los valores de reversiones provocadas por las distintas cantidades de ellos. Estos datos representan el promedio de dos ensayos realizados independientemente. Se puede apreciar que el pesticida Captan 80 induce un incremento notorio en el número de reversiones con ambas cepas, haciéndose más evidente en la cepa TA 100. Esta cepa ha sido descrita como la más sensible de las utilizadas en el test frente a una misma cantidad de mutágeno aplicado (Sims 1980). Además, en ambas cepas hay un incremento lineal del número de colonias revertidas frente a cantidades crecientes del pesticida. El resto de los pesticidas analizados no incrementan significativamente los niveles de reversiones.

## DISCUSION

Aún siendo el Test de Ames un sistema altamente reproducible, presenta cierto grado de variabilidad en el número de reversiones obtenidas para una misma cantidad de mutágeno, especialmente cuando se usa la cepa TA 100 (Sims 1980). En cada uno de los ensayos realizados para determinar la actividad mutagénica de los pesticidas, se utilizó como control positivo el compuesto naranja de acridina en cantidades de 1 ug, tanto para verificar la correcta respuesta del test en este aspecto, como también para detectar su activación de las enzimas desintoxificadoras del s-9 (García 1981). En general, a pesar de la referida variabilidad, la respuesta del Test de Ames es lineal cuando se incrementan las cantidades de los mutágenos ensayados, lo que es usado como criterio para definir una respuesta positiva (Sims 1980).

Habiendo el Captan 80 representado una respuesta positiva, tanto en la cepa TA 98 como en cepa TA 100, es la razón por la cual sólo este pesticida puede ser considerado mutagénico. El nivel de reversiones de la cepa TA 100 producido por 100 ug de este pesticida equivale aproximadamente al nivel producido por 10 ug de naranja de acridina. Cabe hacer notar que la concentración del ingrediente activo de este pesticida es de 80% peso/peso, por lo que las cantidades reales ensayadas variaron entre 80 ng y 80 ug. Esto significa que la potencialidad mutagénica de naranja de acridina es sólo 8 veces superior a la del Captan 80.

En los resultados se puede apreciar que el Captan 80 produce mayor nivel de reversión en la cepa TA 100 que en la cepa TA 98. Este hecho puede deberse al tipo de mutación que induce el Captan 80. Las mutaciones auxotróficas para histidina de estas cepas son distintas, y se espera que cada cepa sea revertida preferentemente por agentes que produzcan el mismo tipo de mutación de aquella que le es propia (Ames 1971). Así, por ejemplo, en la reversión de la cepa TA 100 está involucrada la sustitución de un par de bases nitrogenadas en el DNA, y en la cepa TA 98 se produce ya sea una adición o delección de un par de bases (Ames 1971); (Mc. Cann et al. 1975a). Nuestros resultados indicarían que el Captan 80 produce preferentemente sustitución de un par de bases nitrogenadas, y, en segundo lugar, adiciones o deleciones de las mismas. La respuesta similar obtenida en las dos cepas frente a naranja de acridina se debería a que este mutágeno produce tanto sustituciones como adiciones o delecciones de un par de bases (Herskowitz 1977).

El producto activo del Captan 80, N-(triclorometiltio)-4 ciclohexano-1, 2-dicarboximida, fue ensayado previamente por Ames y sus colaboradores, encontrando que 10 ug del compuesto producían 820 reversiones en la cepa TA 100 (Mc. Cann 1975b). Por otra parte, recientemente, y mientras se realizaba este trabajo, se ha determinado la citotoxicidad y mutagenicidad de este compuesto en células de mamíferos, usando un sistema, comparable al Test de Ames, y definido como "sistema HGPRT" (O'Neill et al. 1981). Este último hecho confirma la validez del Test de Ames para detectar compuestos potencialmente mutagénicos para células superiores y hace evidente el riesgo que representa para la población humana el estar expuesta al Captan 80.

Como se observa en los resultados (Tablas I y II), el Folimat 1000 también produce reversiones. Estas sólo se observa en la cepa TA 98 y cuando se aplica el equivalente a 1 ul del pesticida, sin que exista una correlación entre el número de reversiones y el incremento de las cantidades del pesticida. La concentración del ingrediente activo de este pesticida es de 100% peso/volumen, y las cantidades ensayadas variaron entre 1 ug y 1 mg. Es decir, se obtuvo un nivel de 100 reversiones para 1 mg del ingrediente activo, ello equivale a las reversiones producidas aproximadamente por 1 ug de naranja de acridina, por lo que la posible potencialidad mutagénica de Folimat 1000 sería mil veces inferior a la de naranja de acridina.

Válidamente podemos concluir que el pesticida sólido Captan 80, de uso corriente en la Agricultura chilena, posee la potencialidad de actuar como mutágeno en organismos superiores. Nos parece recomendable limitar su aplicación.

TABLA I.— Actividad mutagénica de los pesticidas en la cepa TA 98.

| Pesticidas sólidos | Solvente | 0,1 ug | 5 ug | 30 ug | 100 ug |
|---|---|---|---|---|---|
| Agallol | DMSO | 0 | 6 | 0 | 1 |
| Aldrin | DMSO | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Aliette | DMSO | 5 | 0 | 0 | 1 |
| Basamid | DMSO | 0 | 7 | 0 | 0 |
| Bayleton | DMSO | 5 | 0 | 2 | 0 |
| Benlate | DMSO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Captan 80 | DMSO | 1 | 3 | 11 | 115 |
| Furadan | DMSO | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Lindano | DMSO | 0 | 3 | 0 | 4 |
| Moresthan | DMSO | 1 | 2 | 0 | 11 |
| Peropal | Etanol | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Thidan 50 | DMSO | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Topsoil | DMSO | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Ustinex KR | DMSO | 3 | 3 | 0 | 3 |
| Ustinex 80 | DMSO | 0 | 1 | 0 | 3 |
| **Pesticidas líquidos** | **Diluidos en:** | **1 nl** | **50 nl** | **300 nl** | **1 ul** |
| Citowett | DMSO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Folimat 1000 | DMSO | 0 | 34 | 0 | 100 |
| Hostation | DMSO | 2 | 0 | 2 | 3 |
| Perfekthion | DMSO | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Round up | Etanol | 0 | 0 | 0 | 1 |

TABLA II.— Actividad mutagénica de los pesticidas en la cepa TA 100.

| Pesticidas sólidos | Solventes | 0,1 ug | 5 ug | 30 ug | 100 ug |
|---|---|---|---|---|---|
| Agallol | DMSO | 28 | 20 | 19 | 7 |
| Aldrin | DMSO | 26 | 3 | 11 | 2 |
| Aliette | DMSO | 0 | 23 | 0 | 3 |
| Basamid | DMSO | 16 | 26 | 0 | 0 |
| Bayleton | DMSO | 1 | 0 | 8 | 0 |
| Benlate | DMSO | 0 | 21 | 0 | 0 |
| Captan 80 | DMSO | 32 | 5 | 199 | 1289 |
| Furadan | DMSO | 0 | 15 | 4 | 17 |
| Lindano | DMSO | 13 | 19 | 14 | 24 |
| Moresthan | DMSO | 20 | 17 | 10 | 18 |
| Peropal | Etanol | 34 | 30 | 0 | 10 |
| Thidan 50 | DMSO | 13 | 17 | 25 | 10 |
| Topsoil | DMSO | 26 | 13 | 17 | 12 |
| Ustinex KR | DMSO | 0 | 29 | 10 | 10 |
| Ustinex 80 | DMSO | 25 | 9 | 6 | 21 |
| Pesticidas líquidos | Diluidos en: | 1 nl | 50 nl | 300 nl | 1 nl |
| Citowett | DMSO | 44 | 49 | 10 | 42 |
| Folimat 1000 | DMSO | 35 | 26 | 15 | 26 |
| Hostation | DMSO | 15 | 4 | 18 | 3 |
| Perfekthion | DMSO | 3 | 5 | 4 | 4 |
| Round up | Etanol | 13 | 23 | 1 | 0 |

## REFERENCIAS


ALVAREZ, A., D. BICKERS and A. KAPPAS. 1973. Polychlorinated biphenyls: a new type of inducer of cytochrome P-448 in the liver. Proc. Natl. Acad. Sic. USA, 70: 1321-1325.

AMES, B. 1971. The detection of chemical mutagens with enteric bacteria, in A. Hollander (Ed) Chemical Mutagens: Principles and methods for their detection. Vol. 1 Plenum, New York: 267-282.

AMES, B., J. Mc CANN and E. YAMASAKI. 1975. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella/mammalianmicrosome mutagenicity test. Mut. Res., 31: 347-364.

ARMIJO, R., A. GONZALEZ, M. ORELLANA, H. A. COULSON, W. J. SAYRE, and R. DETELS. 1981. Epidemiology of gastric cancer in Chile: II Nitrate exposure and stomach cancer frequency. Inst. J. Epidemiol., 10(1): 57-63.

BOUCK, N., and G. DI MAYORGA. 1976. Somatic mutations as the basis for malignant transformation of BHK cells by chemical carcinogenesis. Nature, 264: 722-724.

GARCIA, D. P. 1981. Tesis de Grado. Sección Genética del Instituto de Biología, Universidad Católica de Valparaíso, Págs. (84).

HEIDELBERGER, C. 1975. Chemical carcinogénesis. Ann. Rev. Biochem., 44: 79-121.

HERSKOWITZ. I 1977. Principles of genetics. MacMillan Pub. Co. Inc. New York, Cap. 6: 135-140.

Mc. CANN, J., U. SPRINGARN, J. KOBORI and B. AMES. 1975a. Detection of carcinogens as mutagens: Bacterial Tester Strains with R factor plasmids. Proc. Natl. Acad. Sci., 72: 979-983.

Mc CANN, J., E. CHOI, E. YAMASAKI and B. AMES. 1975b. Detection of carcinogens as mutagens in the Salmonella/microsome test: Assay of 300 chemicals. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 72: 5135-5139.

Mc CANN, J., and B. AMES. 1976. Detection of carcinogens as mutagens in the Salmonella/

microsome test: Assay of 300 chemicals discusion. Proc. Natl. Acad. Sci., USA., 73: 950-954.

O'NEILL, P., N. FORBES and A. HSIE. 1981. Cytotoxicity and mutagenicity of the fungicides Captan and Folpet of the mammalian cells (CHO/HGPRT Systems). Env. Mut., 3: 233-236.

SIMS, P. 1980. Metabolic activation of chemicals carcinogens Br. Med. Bull., 36(1): 11-18.

WEINSTEIN, B., A. JEFREY, H. JENNETT, S. BLOSEIN, R. HARVEY, C. HARRIS, H. AURTRUP, H. KASAI and K. NAKANISHI. 1976. Benzo (a) pyrene epoxides as intermediates in nucleic acid bindig in vivo and in vitro. Science: 193: 592-594.

# BALANCE HIDRICO DEL SEMIPARASITO *TRISTERIX TETRANDUS* (R. et P.) MARTIUS

JOSE MARTINEZ * y BEATRIZ PALMA **

ABSTRACT: Pre-dawn and midday xylem water potentials, were measured in small branches from a semiparasite *Tristerix tetrandus* (R. et P.) Martius growing upon two drought deciduos species, *Talguenea quinquenervia* (Gill et Hook) Johnst and *Trevoa trinervis* Miers and a semideciduos species *Colliguaya odorifera* Mol. belonging to the mid-elevation matorral of the coastal ranges of Central Chile. Lower water potentials were measured in the semiparasite than the host species along the growing period and they were positively correlated. These values ranged from —5 to —60 bars. Differences between the water potential of the host and the semiparasite depended of the species that was parasited. Anatomy and morphology of leaf probably favour the water control without affecting carbon assimilation.

1. Denominación de acuerdo a la nomenclatura utilizada por Muñoz (1959) y Hoffmann (1982).

La familia Loranthaceae en Chile, está representada por tres géneros (Tainter y French 1971 a) conocidos como quintrales; uno de ellos, *Tristerix,* es el más ampliamente distribuido en la zona Central de Chile, así como es también aquel que se encuentra en un mayor número de hospedantes (Tainter y French 1971 b).

Horvat (1954) realiza estudios preliminares sobre la biología de *Tristerix tetrandus;* sin embargo, aún se desconocen los aspectos fisiológicos que permitan comprender la relación de dependencia entre el hospedante y el semiparásito.

*T. tetrandus* (1) se desarrolla sobre varias especies leñosas nativas que crecen en habitats xéricos formando parte del matorral de media altura de la Cordillera de la Costa (Martínez 1981), por lo que están sometidas a períodos estacionales de déficit hídricos, característicos del clima mediterráneo (Aschmann 1973; Fuenzalida 1950; Di Castri, 1968; Hajek y Di Castri 1975; Miller et al 1977); llegando muchas veces a constituir una plaga, ya sea en plantas nativas o introducidas.

El objetivo del presente trabajo es determinar los potenciales hídricos del hospedante y del semiparásito, establecer las variaciones estacionales de estos valores en ambos componentes de la asociación, y buscar una posible explicación del control hídrico de *Tristerix tetrandus* a través del análisis de la estructura foliar.

## MATERIALES Y METODOS

De las especies parasitadas por *T. tetrandus* (Tabla 1) se eligieron ejemplares de:

*Colliguaya odorifera* Mol., especie esclerófila semidecidua y *Trevoa*

* Departamento Biología. Academia Superior de Ciencias Pedagógicas de Santiago, Casilla 147, Santiago.

** Lab. de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso.

*trinervis* Miers y *Talguenea quinquenervia* (Gill. et Hook), ambas especies deciduas de verano (Armesto y Martínez 1978). El período de estudio se extendió entre Julio de 1981 y Enero de 1982 en el Fdo. Santa Laura Til-Til (33 05' S y 70 55' W), aproximadamente a 60 Km. al NNW de Santiago.

El análisis histológico se realizó en cortes transversales hechos a mano alzada en el limbo foliar. Las observaciones y mediciones se efectuaron en un microscopio Leitz Laborlux. Las determinaciones del potencial hídrico se efectuaron mediante una cámara de presión (PMS, Model 600 Instrument Co. Corvallis Oregon) de acuerdo al método propuesto por Scholander et al (1965) y Waring and Clary (1967). Con este instrumento es posible determinar potenciales hídricos tan bajos como —60 bares.

Mediciones del potencial hídrico del xilema se realizaron mensualmente a lo largo de la estación de crecimiento. En cada período de mediciones se determinó el potencial hídrico de prealba y de mediodía, utilizando, a lo menos, tres ramillas del hospedante y tres del parásito. Los valores obtenidos se expresan en bares y representan el promedio de cada medición. Las determinaciones de pre-alba permitieron estimar la capacidad que las especies tienen para recuperar la pérdida de agua diaria, mientras que las realizadas al mediodía, indican el máximo déficit hídrico alcanzado a nivel xilemático durante el período de mayor demanda evaporativa de la atmósfera.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los valores de potencial hídrico de ambas especies involucradas en la asociación hospedante-semiparásito muestran una correlación positiva (Fig. 1 ) (Miller et al 1977). La disminución paulatina del suministro de agua en el suelo con el advenimiento del período de sequía que alcanza su máximo en pleno verano, se ve reflejado en los respectivos potenciales hídricos, manifestándose ésta, en un incremento de la tensión del agua en el xilema (Fig. 2).

Los valores estacionales del potencial hídrico de recuperación, mostraron una conducta diferente en el balance hídrico del semiparásito cuando éste se presentaba sobre especies deciduas de verano o semideciduas. La diferencia de potenciales hídricos medida entre el quintral y el hospedante de tipo deciduo, es mayor que aquella determinada para la planta semidecidua durante el período de sequía (ver Fig. 2, mes de Enero). Esta marcada disminución de la capacidad para recuperar agua perdida por transpiración por parte del quintral, coincide con la caída del follaje de las especies deciduas de verano y hace pensar en lo demostrado por Martínez (1981) en relación a la existencia de una disminución brusca del potencial hídrico en las especies deciduas de verano al inicio del período de escasez del recurso hídrico.

Los bajos potenciales hídricos medidos en pre-alba en el semiparásito, probablemente se expliquen por la persistencia de su follaje siempre verde y por el marcado déficit hídrico alcanzado por la planta huésped.

Por otra parte, la diferencia entre los valores de potencial hídrico pre-

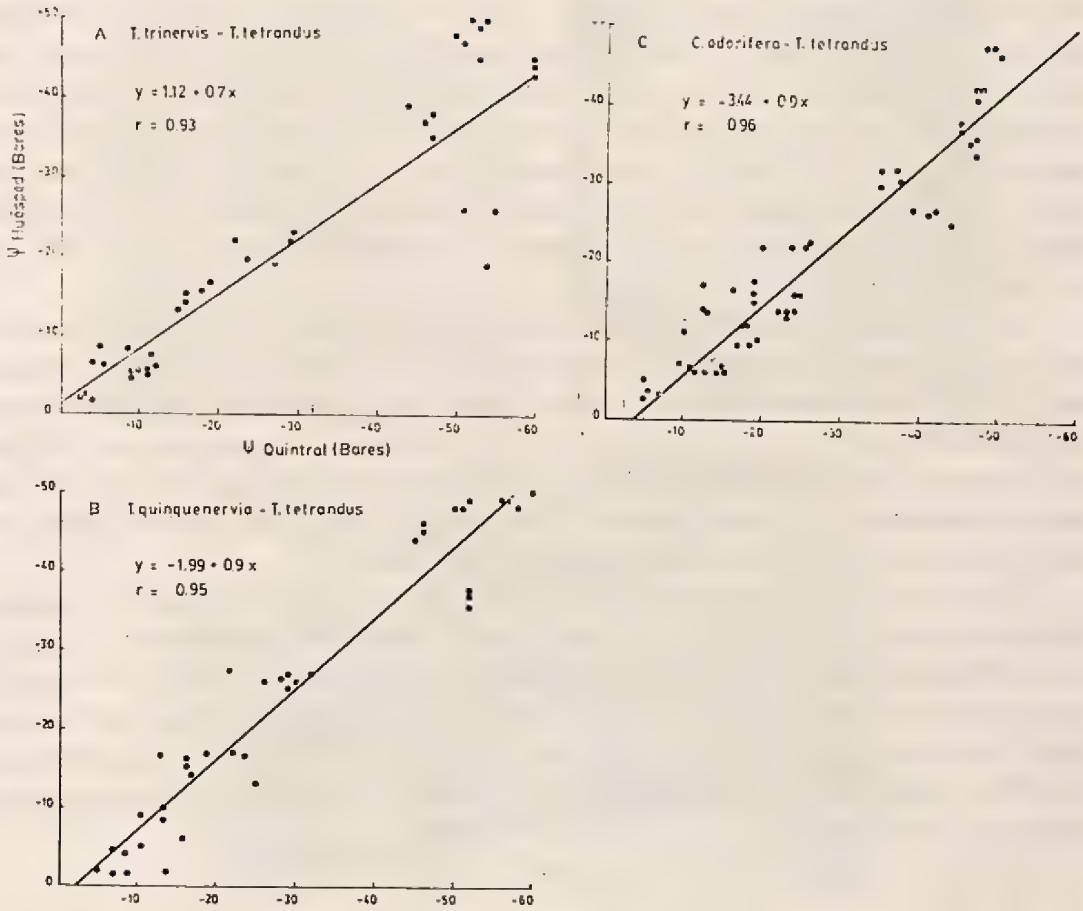



Fig. 1. Correlación entre el potencial hídrico del hospedante y el potencial hídrico del semiparásito. Los puntos representan valores obtenidos durante todo el período de mediciones. A) *T. trinervis* vs. *T. tetrandus*. B) *T. quinquenervia* vs. *T. tetrandus*. C) *C. odorífera* vs. *T. tetrandus*

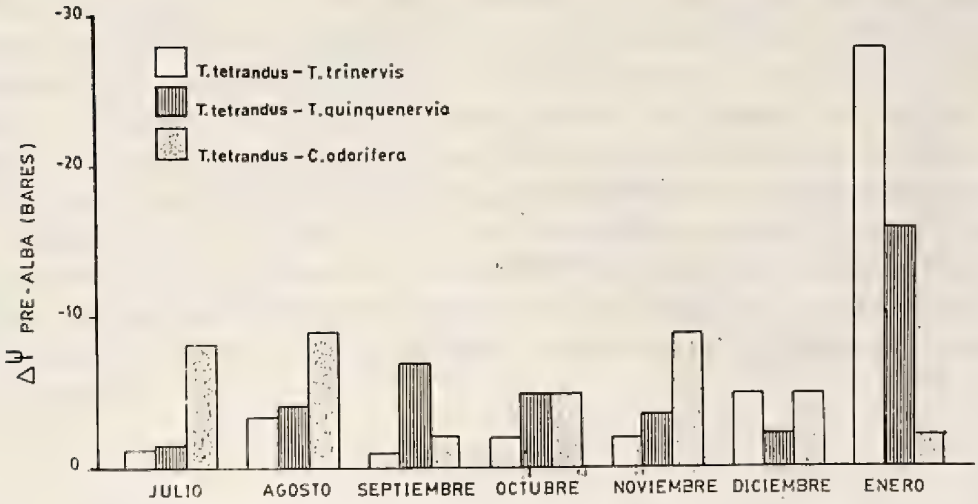



Fig. 2. Diferencias estacionales del potencial hídrico de recuperación (pre-alba) entre el quintral y el hospedante.

alba es generalmente menor para la especie decidua y su parásito durante el período de crecimiento. Este comportamiento diferencial, puede ser adscrito a los diferentes sistemas radicales exhibidos por las plantas huéspedes, ya que, las deciduas de verano presentan sistemas radicales superficiales; mientras que la semidecidua estudiada posee un sistema radical dual, es decir, con raíces superficiales y también profundas (Gilberto y Estay 1978; Hoffmann y Kummerow 1978), lo que le confiere una mayor eficiencia en la captación de agua.

Considerando que las especies hospedantes reportadas muestran mecanismos adaptativos diferentes para sobreponerse a la sequía estacional (Martínez 1981), se observa, que el quintral crece con frecuencia sólo sobre aquellas especies que por su arquitectura favorecen la exposición del follaje bien desarrollado del semiparásito a la radiación solar; lo que le permite una buena autonomía en el metabolismo asimilatorio del $CO_2$, restringiendo su dependencia al hospedante sólo al suministro hídrico.

Los valores de potencial hídrico del xilema del semiparásito, fueron siempre menores que aquellos medidos en las especies hospedantes (Fig. 3). Los déficits hídricos máximos, determinados al mediodía, fueron más elevados para los quintrales que crecían en especies deciduas de verano, alcanzando hasta valores de —60 bares, en el mes de Enero, en relación a aquellos que lo hacían sobre la especie semidecidua cuyos valores fueron aproximadamente de —40 bares.

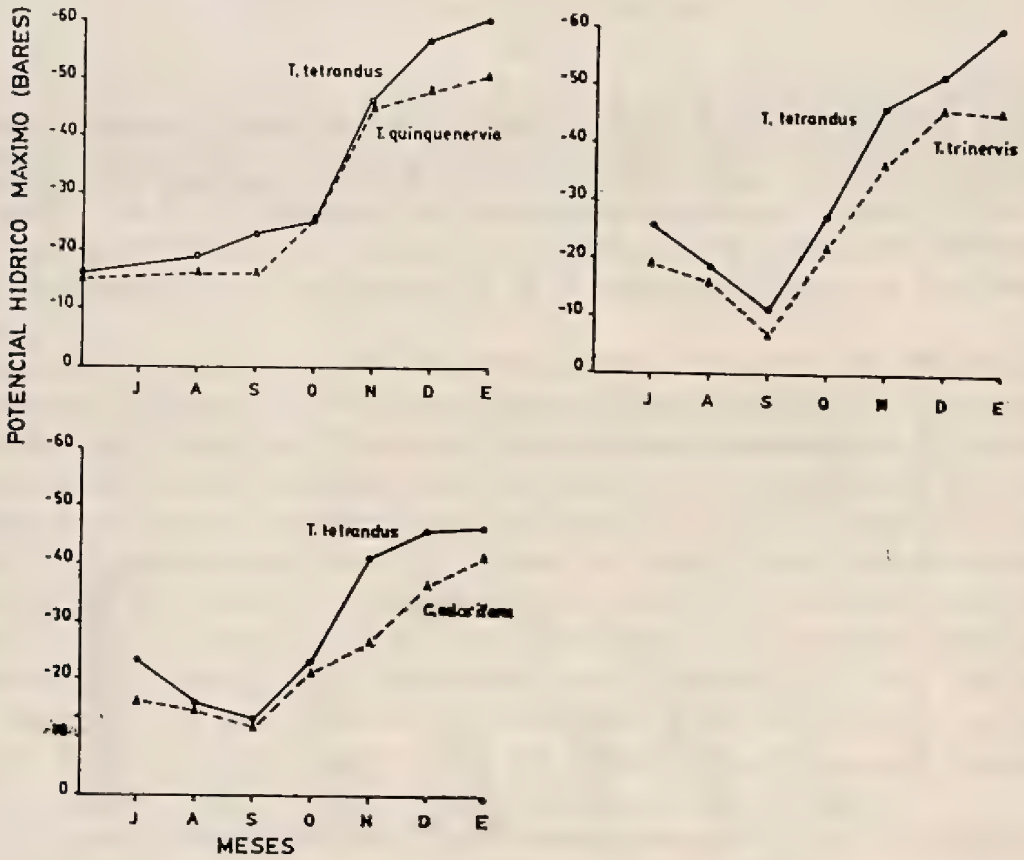



Fig. 3. Variación estacional del potencial hídrico medido al mediodía en el semiparásito y en el hospedante.

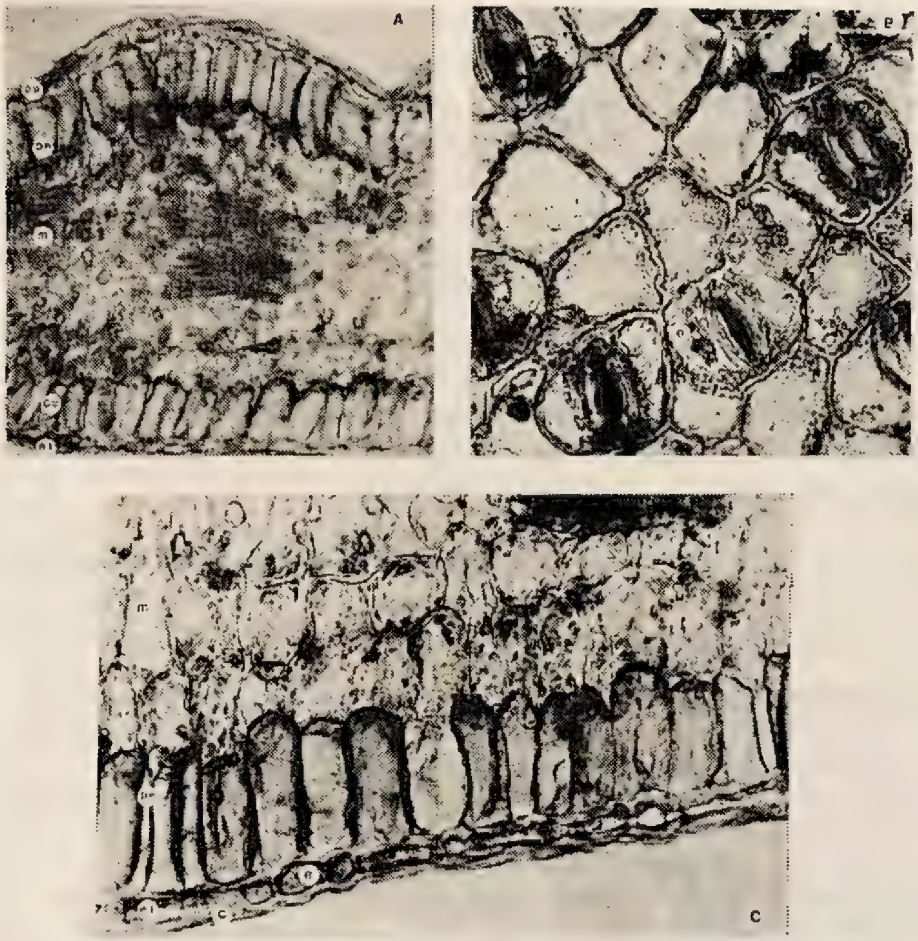


Fig. 4. Anatomía foliar de *T. tetrandus*. A) Corte transversal de hoja, 120 x; B) Epidermis inferior mostrando estomas de tipo paracítico; C) Corte transversal mostrando detalles de epidermis inferior, tejido de empalizada y parénquima esponjoso. e.s., epidermis superior; e.i., epidermis inferior; m, mesófilo; p.e., parénquima en empalizada; e, estomas; c, cutícula.

Estos valores de potencial hídrico, nos llevan a indagar sobre la anatomía foliar propia de *T. tetrandus,* cuyas hojas glabras y anfiestomáticas que presentan un número reducido de estomas por área foliar, en relación a otras especies del matorral (Giliberto 1971; Montenegro et al. 1980; Montenegro et. al 1981) (Tabla 2) se caracterizan por poseer una cutícula en la epidermis superior más gruesa que aquella encontrada en la epidermis inferior, junto a un abundante parénquima reservante con escasos espacios intercelulares (Fig. 4). Todas estas particularidades anatómicas podrían explicar la adaptación de *T. tetrandus* como una forma de vida semiparásita en una gran variedad de hospedantes, ya que, sus características le confieren la posibilidad de un control hídrico eficiente independiente del tipo de hospedante que parasite.

## CONCLUSIONES

—Las mediciones de potencial hídrico realizadas *in situ* en plantas de *Tristerix tetrandus* que crecen sobre especies deciduas de verano y semideci-

duas, muestran una alta dependencia del suministro hídrico desde el huésped, de allí que las variaciones estacionales de los potenciales hídricos del huésped afectan al semiparásito. En términos generales se observó valores de potencial hídrico más negativos en el semiparásito que en las especies hospedantes.

—Respecto a las hospedantes, las especies deciduas de verano causan al semiparásito un déficit hídrico mayor durante el período de sequía que las especies semideciduas.

—El análisis foliar de *T. tetrandus* indica la existencia de hojas anfiestomáticas con un mesófilo equilateral y con una densidad estomática baja. Dichas características junto con el ángulo de inserción foliar, representarían adaptaciones tendientes a evitar la pérdida transpiratoria excesiva y posiblemente a favorecer la asimilación del $CO_2$.

TABLA Nº 1.— Lista de especies parasitadas por *Tristerix tetrandus* en Chile Central.

ESPECIES:

NATIVAS:

*Maytenus boaria* Mol.
*Baccharis linearis* (R. et Pav.) Pers.
*Baccharis concava* Pers.
*Podanthus mitiqui* Lindl.
*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz
*Escallonia pulverulenta* (R. et Pav.) Pers.
*Colliguaya odorifera* Mol.
*Azara borealis* F. Phil.
*Talguenea quinquenervia* (Gill et Hook) Johnst.
*Trevoa trinervis* Miers.
*Kageneckia oblonga* R. et Pav.
*Salix chilensis* Mol.

INTRODUCIDAS:

*Olea europea* L.
*Prunus persica* (L.) Batsch.
*Prunus amygdalus* Batsch
*Populus nigra* L.
*Populus tremula* L.

TABLA Nº 2.— Características foliares de *Tristerix tetrandus*.[1]

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nº de estomas por cm² | | | |
| Superfcie adaxial | | | 5.400 |
| Superficie abaxial | | | 7.500 |
| Grosor cuticular ($\mu$) | | | |
| Epidermis superior | 10.21 | ± | 1.57 |
| Epidermis inferior | 7.86 | ± | 1.33 |
| Grosor del parénquima ($\mu$) | | | |
| Empalizada superior | 76.38 | ± | 6.70 |
| Empalizada inferior | 79.04 | ± | 9.50 |
| Esponjoso | 325.50 | ± | 0.50 |
| Area foliar dm² | 0,13 | | |

1. mediciones realizadas en 20 hojas diferentes provenientes de distintos individuos.
± una desviación standard.

## REFERENCIAS

ARMESTO, J. J. y J. A. MARTINEZ. 1978. Relations between vegetation structure and slope aspect in the mediterranean region of Chile. J. Ecol. (London) 66: 881-889.

ASCHMANN, H. 1973. Distribution and peculiarity of mediterranean ecosystems. In: F. di Castri and H. A. Mooney (eds.) Mediterranean Type Ecosystems: Origen and structure. Ecological studies, 7. Springer-Verlag, New York.

DI CASTRI, F. 1968. Esquisse Ecologique du Chile. In: C. I. Delamare-Deboutteville and E. Rapoport (eds.) Biologie de l'Amerique Australe. 4: 1-52. Centre National de la Recherche Scientifique, París.

FUENZALIDA, H. 1950. Clima. In: CORFO (eds.) Geografía económica de Chile, 1: 188-257. Editorial Universitaria, Santiago.

GILIBERTO, J. 1971. Economía hídrica de caducifolias de verano y esclerófilos siempre verdes del matorral de la zona central chilena. Seminario de Título. Pontificia Universidad Católica de Chile. 37 p. Santiago.

GILIBERTO, J. y H. ESTAY. 1978. Seasonal water stress in some Chilean matorral shrubs. Bot. Gaz. 139: 236-240.

HAJEK, E. y F. DI CASTRI. 1975. Bioclimatografía de Chile. Dirección de Investigaciones, Universidad Católica de Chile. Santiago. 214 p.

HOFFMANN, A. y J. KUMMEROW. 1978. Root studies in the chilean matorral. Oecología (Berl.), 32: 57-69.

HOFFMANN, A. 1982. Flora Silvestre de Chile. Zona Austral. Ediciones Claudio Gay. 257 p.

HORVAT, A. 1954. *Phrygilanthus tetrandus,* Rev. Chilena Hist. Nat. 14 (2): 21-30.

MARTINEZ, J. A. 1981. Photosynthetic Responses of Different Lifeforms in a Mid-elevation Mediterranean Matorral of Central Chile. Ph. D. Thesis. The University of Georgia, Athens. 108 p.

MILLER, P. C., D. E. BRADBURY, E. HAJEK, V. LA MARCHE and N. I. W. THROWE. 1977. Past and Present Environment In: H. A. Mooney (ed.), Convergent Evolution in Chile and California Mediterranean Climate Ecosystems. 27-72, Dowen, Hutchinson and Ross, Inc. Stroidsburg, Pennsylvania

MONTENEGRO, G. F. RIVEROS y C. ALCALDE. 1980. Morphological structure and water balance of four Chilean shrubs species. Flora, 170: 554-564.

MONTENEGRO, G., B. SEGURA, R. SAENGER y A. M. MUJICA. 1981. Xeromorfismo en especies arbustivas del matorral chileno. An. Mus. Hist. Nat. Valpso., 14: 71-83.

MUÑOZ, C. 1959. Sinopsis de la Flora Chilena. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

SCHOLANDER, P. F., H. T. HAMMEL, E. D. BRADSTREET and E. A. HEMMINGSEN. 1965. Sap presure in vascular plants. Science 148: 339-345.

TAINTER, F. H. y D. W. FRENCH. 1971a. Identificación de los muérdagos (Loranthacae- del Valle Central de Chile. Turrialba, 21 (2): 197-201.

TAINTER, F. H. and D. W. FRENCH. 1971b. Distribution of mistletoes in The Central Valley of Chile. Turrialba 21 (2): 225-228.

WARING, R. H. and B. D. Cleary. 1967. Plant moisture stress: evalutaion by pressure bomb. Science, 1955: 1248-1254.

# ESTRUCTURA Y DISTRIBUCION, DURANTE UN PERIODO OTOÑAL, DEL ZOOPLANCTON EN EL EMBALSE RAPEL *

LUIS R. ZUÑIGA y JENNY ARAYA **

ABSTRACT: The Rapel reservoir zooplanktonic community structure and distribution has been studied during two months (May and June 1981), showing spatial and temporal dissimilaritics in organization and structural composition. The pattern of spatial distribution, in vertical sense is at random while in horizontal sense is of contagious distribution; probably this last one is derived from environmental differences between the studied reservoir areas.

La estructura taxocenótica puede describirse en términos de la composición, distribución y abundancia de las especies componentes, de la utilización de recursos y de los patrones de interacción entre ellas (Diamond 1975). Lo anterior puede significar, en un área definida, una segregación de las especies, acentuada por la heterogeneidad que el ambiente presenta. El zooplancton lacustre no es ajeno a esto, lo que está facilitado debido a que las separaciones temporales interactúan con las migraciones verticales diarias (Lewis 1980), fenómeno que ha sido estudiado con relativa frecuencia (Miracle 1976, Ringelberg 1980, Ruttner 1963).

Hutchinson (1967) plantea modelos de mosaico horizontal en la partición del espacio, cuyas causas pueden buscarse en diferencias de las condiciones ambientales entre distintas zonas de un lago, provocadas por agentes externos como ser la entrada de un río, que puede influir por su caudal, calidad de sus aguas y arrastre de sedimentos.

Los embalses, considerados como lagos artificiales, presentan acentuadas estas condiciones de heterogeneidad horizontal, resultante de la acción de afluentes y de la extracción periódica de sus aguas, que influye en el volumen contenido y en la extensión del área superficial, que fluctúan en relación a esta extracción. Rapel no escapa a estas condiciones, las cuales se favorecen al recibir ríos de distinto caudal y calidad de aguas, habiéndose comprobado un diferente comportamiento tanto de las condiciones ambientales como del fitoplancton en distintas zonas del lago (Cabrera et al. 1977, Vila y Zúñiga 1980).

Las consideraciones anteriores permiten postular que la taxocenosis zooplanctónica del embalse Rapel estaría afectada por estos cambios ambientales, cuyo efecto provocaría una diferenciación en su estructura y en la distribución espacial de las especies componentes a través del embalse. En base a este postulado, se diseñó el presente estudio, cuyos objetivos son: definir la composición de especies al iniciarse el período de lluvias, describir el efecto del cambio de las condiciones ambientales sobre la estructura comunitaria y estimar la utilización del espacio.

* Trabajo financiado parcialmente por proyecto DGI-003-54-80 de la Universidad Católica de Valparaíso y enmarcado dentro del proyecto 5 de Programa MAB-UNESCO, Chile.

** Instituto de Biología, Sección Ecología. Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó sobre muestras tomadas en el embalse Rapel en los meses de Mayo y Junio de 1981. Este embalse ocupa parte de la cuenca del río Rapel (34º10'S; 79º20'W), a 140 km al SW de Santiago en la VI Región. Cuenta con el aporte de agua de los ríos Cachapoal y Tinguiririca y de los esteros Alhué y Quilicura. Su forma es dendrítica semejando una Y, con una longitud de 45 km, un ancho medio de 3.14 km y un volumen de 0.832 $km^3$ (Cabrera et al. 1977).

Se escogieron seis estaciones de muestreos del modelo de Cabrera et al. (1977), ubicándose de a pares en cada una de las tres áreas naturales del lago (Fig. 1); las estaciones II y III se ubican en la zona más profunda y angosta; IV y V se encuentran en aquella formada por la confluencia de los ríos y constituye la parte más ancha del embalse extendiéndose por 20 km; finalmente las estaciones VIII y IX en una zona poco profunda que recibe las aguas de los esteros antes mencionados.

Las muestras de zooplancton se tomaron mediante un muestreador tipo Schindler (1969), cada dos metros de profundidad, hasta un metro sobre el fondo, exceptuando la estación II en que a partir de los diez metros se tomaron en intervalos de diez, hasta los 30 m. Las muestras se fijaron en terreno con formalina al 5% y los recuentos se hicieron bajo microscopio estereoscópico, tomando alícuotas de 1, 2 ó 5cc para aquellas muestras de mayor densidad de individuos y conteos totales para las de menor abundancia. La densidad se expresa en número de individuos por metro cúbico.

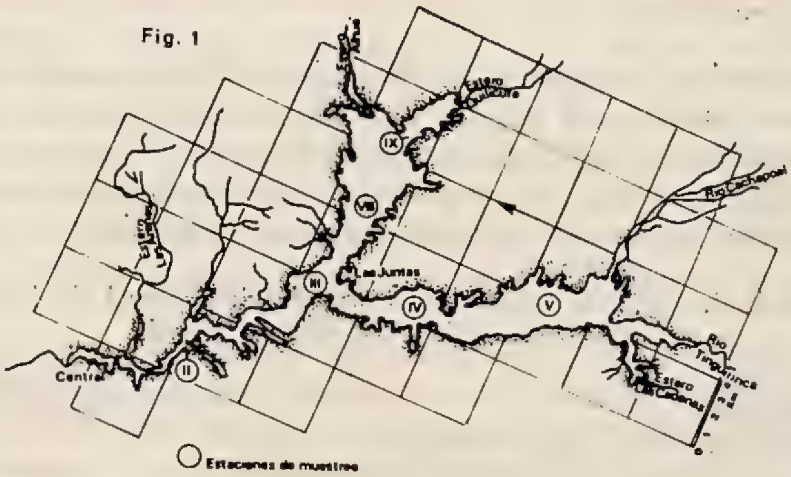
Los índices utilizados para el análisis de la estructura comunitaria y de la distribución espacial de las especies, son los siguientes: constancia espacial y dominancia numérica (Bodenheimer 1955), diversidad de especies (Shannon y Weaver 1964), índice de similitud taxonómica de Jaccard (Carbonnel 1973), índice de sobreposición de Horn (1966) y test de Kruskall-Wallis (Elliott 1971).

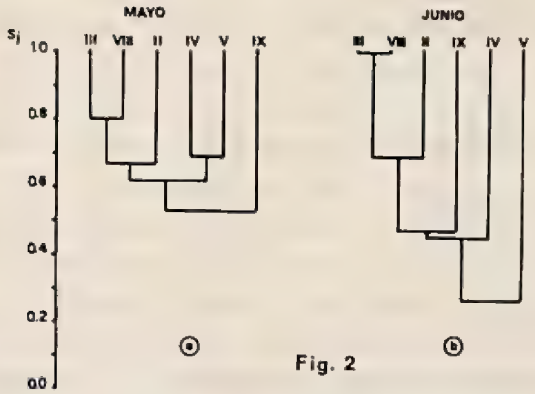
## RESULTADOS Y DISCUSION

El embalse Rapel durante los meses de estudio presenta una condición de isotermia en las diferentes zonas, aunque existen diferencias térmicas entre ellas (Tabla 1), siendo la zona influenciada por los ríos Tinguiririca y Cachapoal la más fría. Asimismo es la que presenta mayor cantidad de sedimentos, con un contenido extremadamente alto en Junio, luego de un intenso período de lluvias, que se manifiesta en una medición de Secchi muy baja para este mes (Cabrera et al. 1977).

TABLA 1. Temperaturas medias, en grados Celsius, por estación durante el período Mayo-Junio en Rapel.

| | II | III | IV | V | VIII | IX |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MAYO | 17.14 | 16.44 | 15.68 | 16.15 | 16.97 | 16.45 |
| | +0.60 | +0.52 | +0.63 | +1.47 | +0.06 | +0.07 |
| | — | — | — | — | — | — |
| JUNIO | 11.78 | 11.56 | 11.24 | 11.40 | 12.00 | 11.65 |
| | +0.12 | +0.42 | +0.40 | +0.00 | +0.00 | +0.07 |
| | — | — | — | — | — | — |



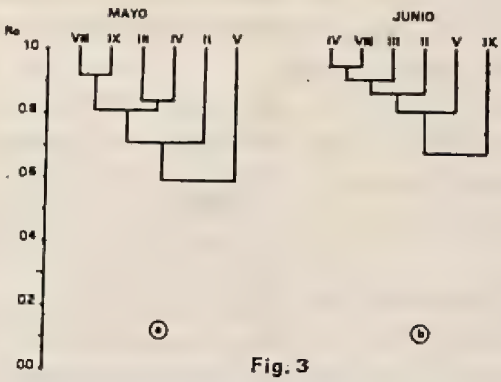




Fig. 1. Embalse Rapel, situación de las estaciones de muestreo (tomado de Cabrera et al. 1977).
Fig. 2. Dendrogramas de afinidad taxonómica mensual entre estaciones.
Fig. 3. Dendrogramas de afinidad biocenótica mensual entre estaciones.

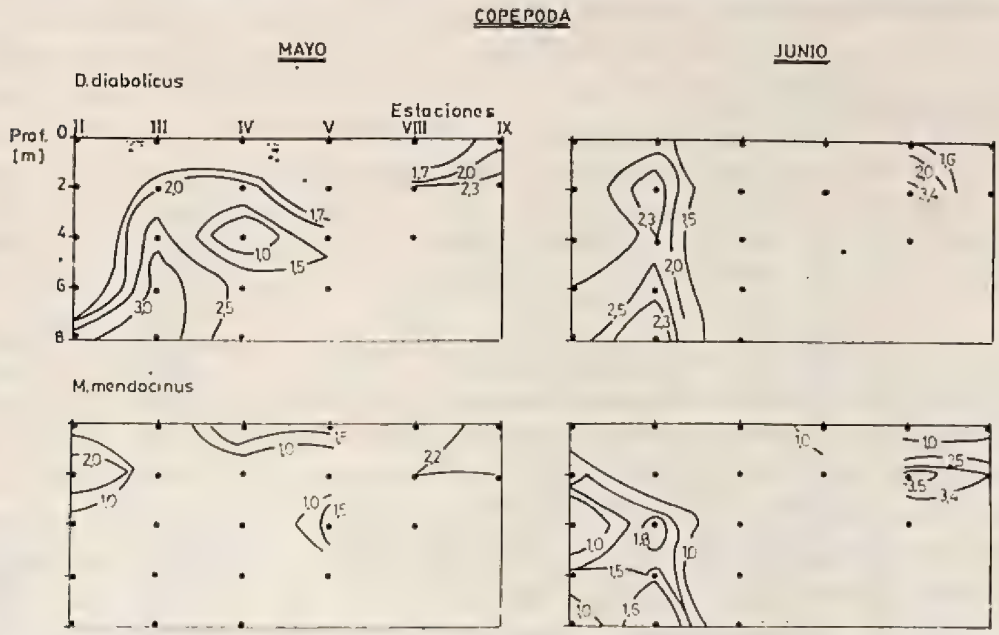



Fig. 4. Isopletas de densidad de las especies de Copepoda (log no. indiv/m³).

## I. *Estructura Comunitaria*

La comunidad zooplanctónica del embalse Rapel, durante el período de estudio, está estructurada por un total de veintiséis especies, de las cuales tres corresponden a Copepoda, siete a Cladocera y dieciséis a Rotifera (Tabla 2). Entre un mes y otro se presentan variaciones en la estructura, tanto en el número de especies presentes como en la densidad de ellas. Así en

TABLA II. Registro taxonómico y abundancia mensual de las especies zooplanctónicas del embalse Rapel.

| | | Nº indiv./m³ MAYO | JUNIO |
|---|---|---|---|
| I | COPEPODA | | |
| | CALANOIDA Fam. DIAPTOMIDAE | | |
| 1 | *Diaptomus diabolicus* Brehm. 1935 | 22377 | 11782 |
| | CYCLOPOIDA Fam. CYCLOPIDAE | | |
| 2 | *Mesocyclops longisetus* (Kiefer. 1929) | 33 | — |
| 3 | Metacyclops mendocinus (Wierzejski. 1892) | 1704 | 9621 |
| II | CLADOCERA | | |
| | Fam. SIDIDAE | | |
| 4 | *Diaphanosoma chilensis* (Daday. 1902) | 11938 | 1596 |
| | Fam. DAPHNIIDAE | | |
| 5 | *Daphnia ambigua* Scourfield. 1947 | 1076 | — |
| 6 | *Ceriodaphnia dubia* Richard. 1894 | 249671 | 26530 |
| | Fam. MOINIDAE | | |
| 7 | *Moina micrura* (Kurz. 1874) | 731 | 33 |
| | Fam. BOSMINIDAE | | |
| 8 | *Eubosmina hagmanni* (Stingelin. 1904) | 1176371 | 418941 |
| | Fam. CHYDORIDAE | | |
| 9 | *Alona pulchella* King. 1853 | 1341 | — |
| 10 | *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller. 1785) | 327 | — |
| III | ROTIFERA | | |
| | Clase DIOGONONTA (BDELLOIDEA) | | |
| | Fam. PHILODINIDAE | | |
| 11 | *Didymodactylus sp.* | 1995 | — |
| | Clase MONOGONONTA | | |
| | Fam. BRACHIONIDAE | | |
| 12 | *Epiphanes macrourus* (Daday. 1894) | 136162 | 22821 |
| 13 | *B. angularis* (Gosse. 1851) | 1131 | — |
| 14 | *B. calyciflorus* (Pallas. 1766) | 365745 | 200494 |
| 15 | *B. caudatus* (Barrois. 1894) | 32051 | 1365 |
| 16 | *B. havandensis* (Rousselet. 1911) | 16282 | — |
| 17 | *Keratella cochlearis* (Gosse. 1851) | 128286 | 120176 |
| 18 | *K. valga* (Ehrenberg. 1834) | 9450 | 194120 |
| 19 | *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg. 1832) | 1861 | 166 |
| 20 | *Trichotria pocillum* (Müller. 1776) | 99 | — |
| 21 | *Lepadella ovadis* (Müller. 1768) | 132 | — |
| | Fam. TESTUDINELLIDAE | | |
| 22 | *Testudinella patina* (Hermann. 1783) | 132 | — |
| 23 | *Pompholix complanata* (Gosse. 1851) | 203351 | 124649 |
| 24 | *P. sulcata* (Hudson. 1885) | — | 33663 |
| 25 | *Filinia longiseta* (Ehrenberg. 1834) | 24111 | 3728 |
| | Fam. CONOCHILIDAE | | |
| 26 | *Conochilus unicornis* (Rousselet. 1892) | 3332 | 33 |

el mes de Mayo la taxocenosis se caracteriza por la presencia de tres especies de Copepoda, a las que corresponde el 1.01% de los individuos, siete especies de Cladocera con el 60.32% y quince especies de Rotifera con el 38.67% restante. En Junio, es importante destacar la disminución del número de especies y también la variación en la participación de cada grupo; Copepoda tiene dos especies con un 1.83% de los individuos, Cladocera representa un 38.22% con cuatro especies y Rotifera disminuye a sólo diez especies, pero pasa a ser el grupo de mayor importancia con un 59.95% de los individuos.

Considerando la importancia de las especies, bajo un criterio de constancia y dominancia, se puede establecer una jerarquización de ellas (tabla 3). En Mayo se dan tres categorías de especies: predominantes (Ctes-Dom), escasas (Ctes-Acci y Acce-Acci) y raras (Acci-Acci). Esta jerarquización varía en el mes de Junio, destacando que, si bien, las especies predominantes conservan su proporción, 25%, en la comunidad, el número de ellas disminuye debido a que *C. dubia* y *E. macrourus* cambian hacia otra categoría. Las especies escasas, experimentan una baja en proporción y número, producto de la desaparición de nueve especies y del cambio a la jerarquía de raras de *M. micrura, E. dilatata* y *C. unicornis,* las cuales reemplazan a *M. longisetus* y *Ch. sphaericus,* en esta categoría. Se establecen además dos nuevas jerarquías, dominante (Acce-Dom) al aumentar su incidencia numérica *K. valga* y secundaria (Acci-Acce) al aparecer durante Junio *P. sulcata.*

De esta manera, se puede estimar que la comunidad está conformada por un número relativamente reducido de especies realmente importantes y un alto número de especies de incidencia menos relevantes, siendo estas últimas altamente variables lo que hace suponer una comunidad con un grado de complejidad estructural cambiante.

Considerando la diversidad de especies como un indicador del grado de complejidad estructural de la taxocenosis, los valores medios de esta, 2.52± 0.51 para Mayo y 1.98± 0.67 para Junio, muestran una alteración para el último mes, reflejada tanto en la caída del valor medio, como en la más amplia oscilación de los valores de diversidad. Esta alteración estructural para el mes de Junio se puede deber al menor número de especies (tabla 2), cuya reducción es del orden del 36% con respecto al mes anterior, por esta razón podría esperarse que la diversidad disminuyera en un mayor grado aún, aparentemente esto no se produce debido a que en este mes existe una mayor proporcionalidad en la distribución de los individuos entre las especies componentes.

Los valores de las desviaciones standard de las estimaciones de la diversidad media, insinúan una conformación estructural heterogénea de la comunidad zooplanctónica en el embalse. Esto plantea el problema de si esta heterogeneidad es aleatoria o si ocurre definiendo zonas dentro de la masa de agua. Con el fin de visualizar esta situación, se utilizaron dos índices de similitud aplicados a definir la afinidad entre las estaciones; uno, Jaccard (Sj), mide el grado de similaridad taxonómica y el segundo, Horn (Ro), el de afinidad biocenótica.

Los resultados expresados en la figura 2a y b muestran para Mayo una

TABLA 3. Dominancia y constancia espacial de las especies del zooplancton.

| Constancia / Dominancia | CONSTANTE | ACCESORIA | ACCIDENTAL |
|---|---|---|---|
| | | MAYO | |
| DOMINANTE | *C. dubia*<br>*E. hagmanni*<br>*E. macrourus*<br>*B. calyciflorus*<br>*K. cochlearis*<br>*P. complanata* | | |
| ACCESORIA | | | |
| ACCIDENTAL | *D. diabolicus* *B. caudatus*<br>*M. mendocinus* *K. valga*<br>*D. chilensis* *E. dilatata*<br>*M. micrura* *F. longiseta*<br>*A. pulchella* *C. unicornis*<br>*Didymodactylus sp.* | *D. ambigua*<br>*B. angularis*<br>*B. havanaensis*<br>*T. pocillum*<br>*L. ovalis*<br>*T. patina* | *M. longisetus*<br>*Ch. sphaericus* |
| | | JUNIO | |
| | *E. hagmanni*<br>*B. calyciflorus*<br>*K. cochlearis*<br>*P. complanata* | *K. valga* | |
| | | | *P. sulcata* |
| | *D. diabolicus*<br>*M. mendocinus*<br>*C. dubia*<br>*E. macrourus* | *D. chilensis*<br>*B. caudatus*<br>*F. longiseta* | *M. micrura*<br>*E. dilatata*<br>*C. unicornis* |

CONSTANCIA

0 — 25% Accidental
25 — 50% Accesoria
50 — 100% Constante

DOMINANCIA

0 — 2.5% Accidental
2.5 — 5.0% Accesoria
5.0 — 100 % Dominante

composición de especies bastante homogénea en el espacio, aunque se esboza un grupo conformado por las estaciones II, III y VIII y otro entre la IV y V. En Junio, se presentan desapariciones de especies lo que se refleja en una mayor heterogeneidad del grado de afinidad y aunque se conserva el núcleo constituido por las estaciones II, III y VIII, las tres restantes se hacen más disímiles probablemente debido al cambio del número de especies.

La estimación del grado de similitud taxonómica, insinúa una diferenciación de los elementos estructurales de la taxocenosis en el espacio. Sin embargo, al aplicar el índice de similitud biocenótica de Horn (1966) (fig. 3a y b), los valores reflejan una organización estructural similar a través de las estaciones, que puede deberse a distribuciones proporcionales de individuos entre las diferentes estaciones. No obstante, en Mayo se aprecia una tendencia a la separación de las estaciones II y V; en Junio tienden a separarse V y IX, las cuales experimentan con mayor fuerza las crecidas de los ríos producidas en este mes.

## II. *Distribución espacial de las especies*

La similitud taxonómica que esboza una zonación entre las estaciones del embalse, la cual se manifiesta débilmente a través de la similitud biocenótica, permite sustentar la idea de una desigual distribución de las especies.

Observando las figuras 4, 5, 6 y 7 se aprecia que la mayor parte de las especies se manifiestan formando núcleos de densidades en distintos sectores del lago, e incluso algunos de estos no son ocupados por algunas de ellas, lo que estaría demostrando una desigual utilización del espacio. Por otra parte, esta parece ser cambiante en el tiempo y dependiente de factores ambientales que sufren alteraciones fuertes, como es la cantidad de sedimentos que los ríos arrastran hacia el embalse. Así, comparando los dos meses muestreados se aprecia que gran parte de las especies sufren este impacto, unas desapareciendo en el mes de Junio y otras alterando su distribución, destacando por la fuerza de esta acción las estaciones IV y V.

### *Tipo de distribución espacial.*

Las distribuciones de las especies en el espacio esbozan una tendencia a la agregación, no obstante en algunas de ellas este modelo no es absolutamente evidente. Debido a esto, con el fin de estimar con mayor objetividad el modelo de distribución, se realizó un análisis estadístico por especie, en los dos meses y en dos sentidos: uno vertical en base a la distribución en cada profundidad (hasta 8 metros) y otro horizontal considerando toda la columna de agua de cada estación.

La relación entre la varianza ($s^2$) y media muestreal ($\overline{X}$), así como el test de $X^2$ para muestras pequeñas a un nivel de significancia del 5% (Elliott 1973) indicaban una distribución de tipo contagio para todas las especies; sin embargo, estos resultados no pueden considerarse concluyentes por la fuerte influencia del número de unidades muestreales y el número de individuos presentes en cada muestra.

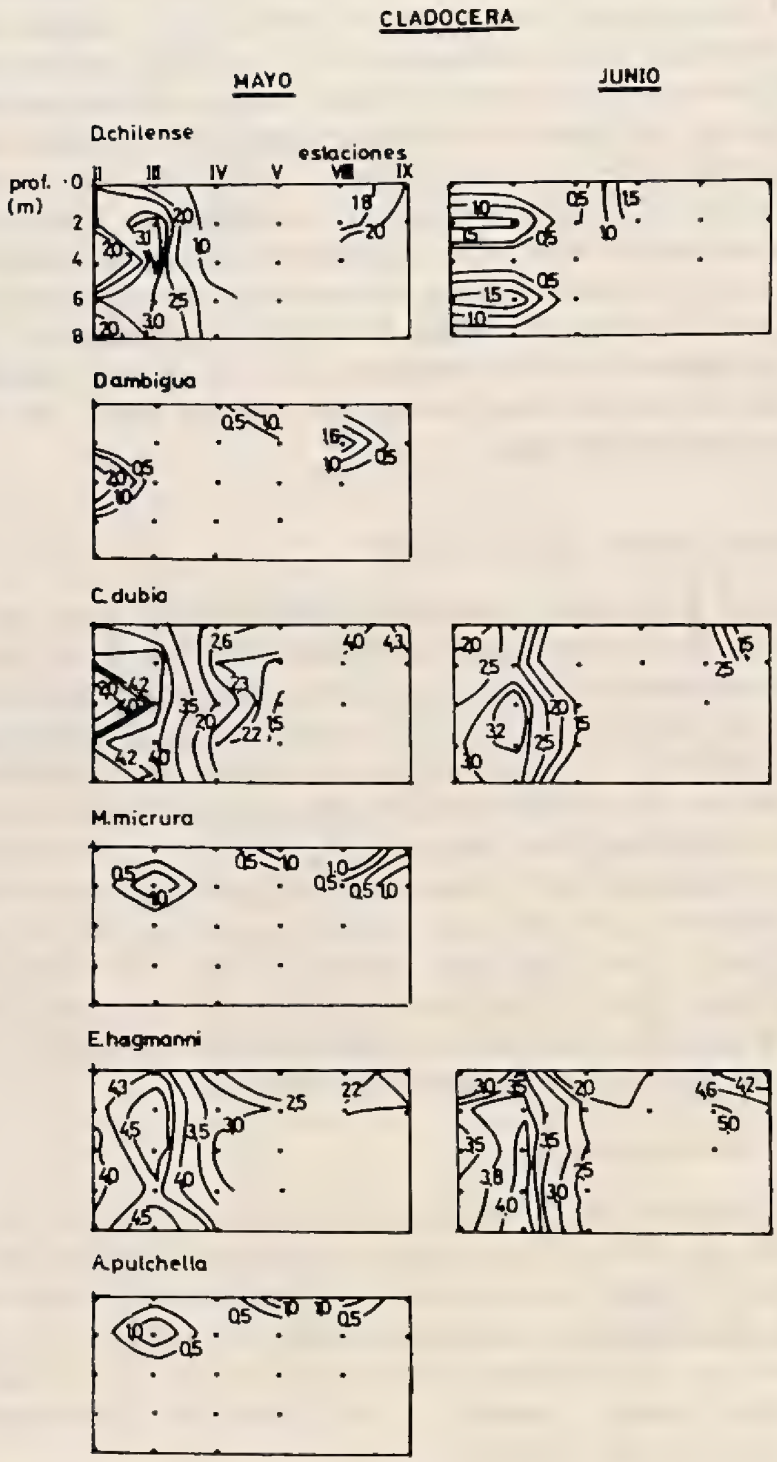



Fig. 5. Isopletas de densidad de las especies de Cladocera (log no. indiv/m³).

Por estas razones y considerando que los test no-paramétricos son particularmente aconsejables de aplicar a muestras provenientes de distribuciones contagiosas (Elliot 1973), se aplicó el test de Kruskall-Wallis de una vía por rango, teniendo como hipótesis nula (Ho) que todas las muestran provienen de una misma población. Los resultados señalan que para ambos meses no existe una diferencia significativa en la distribución de las especies en el sentido vertical (Tabla 4), insinuando que en profundidad tienden a distribuirse al azar; las causas probablemente se deban a una baja variabilidad ambiental en este sentido, lo cual está reflejado en las condiciones de isotermia vertical en el embalse (Tabla 1).

En el sentido horizontal, la respuesta de distribución de las especies es diferente; entre las estaciones el 55% y el 75% de ellas rechazan la hipótesis nula, para Mayo y Junio, respectivamente, (tabla 4), insinuando una clara tendencia de distribución tipo contagio o en mosaico. La causal de esta distribución estaría explicada por las diferencias ambientales entre las distintas zonas del embalse, denotaba también en la diferenciación térmica (Tabla 1) y en los resultados aportados por Cabrera et al. (1977).

TABLA 4. Test de Kruskall-Wallis por especie.

| | *Entre profundidades* | | *Entre estaciones* | |
|---|---|---|---|---|
| | MAYO | JUNIO | MAYO | JUNIO |
| sp. | K | K | K | K |
| 1 | 12.87 | 3.46 | 3.80 | 16.05 |
| 3 | 4.95 | 2.54 | 7.70 | 5.18 |
| 4 | 2.99 | 5.48 | 14.55 | 2.51 |
| 6 | 2.72 | 3.27 | 17.09 | 29.64 |
| 8 | 4.18 | 1.99 | 22.50 | 28.59 |
| 9 | 5.47 | — | 2.87 | — |
| 11 | 4.88 | — | 1.96 | — |
| 12 | 3.12 | 5.86 | 21.16 | 16.11 |
| 13 | 1.02 | — | 2.20 | — |
| 14 | 1.68 | 1.64 | 22.25 | 22.73 |
| 15 | 5.30 | — | 22.27 | — |
| 16 | 1.91 | — | 11.80 | — |
| 17 | 8.39 | 3.12 | 13.88 | 16.11 |
| 18 | 9.37 | 2.74 | 4.38 | 18.97 |
| 19 | 4.68 | — | 7.14 | — |
| 23 | 5.20 | 1.62 | 21.16 | 19.98 |
| 24 | — | 1.62 | — | 14.05 |
| 25 | 1.82 | 2.80 | 11.31 | 4.26 |
| 26 | 11.47 | — | 2.24 | — |

Valor crítico de $X^2$ ($P<0.05$); 7 g. l.: 14.07

Valor crítico de $X^2$ ($P<0.05$); 5 g. l.: 11.07

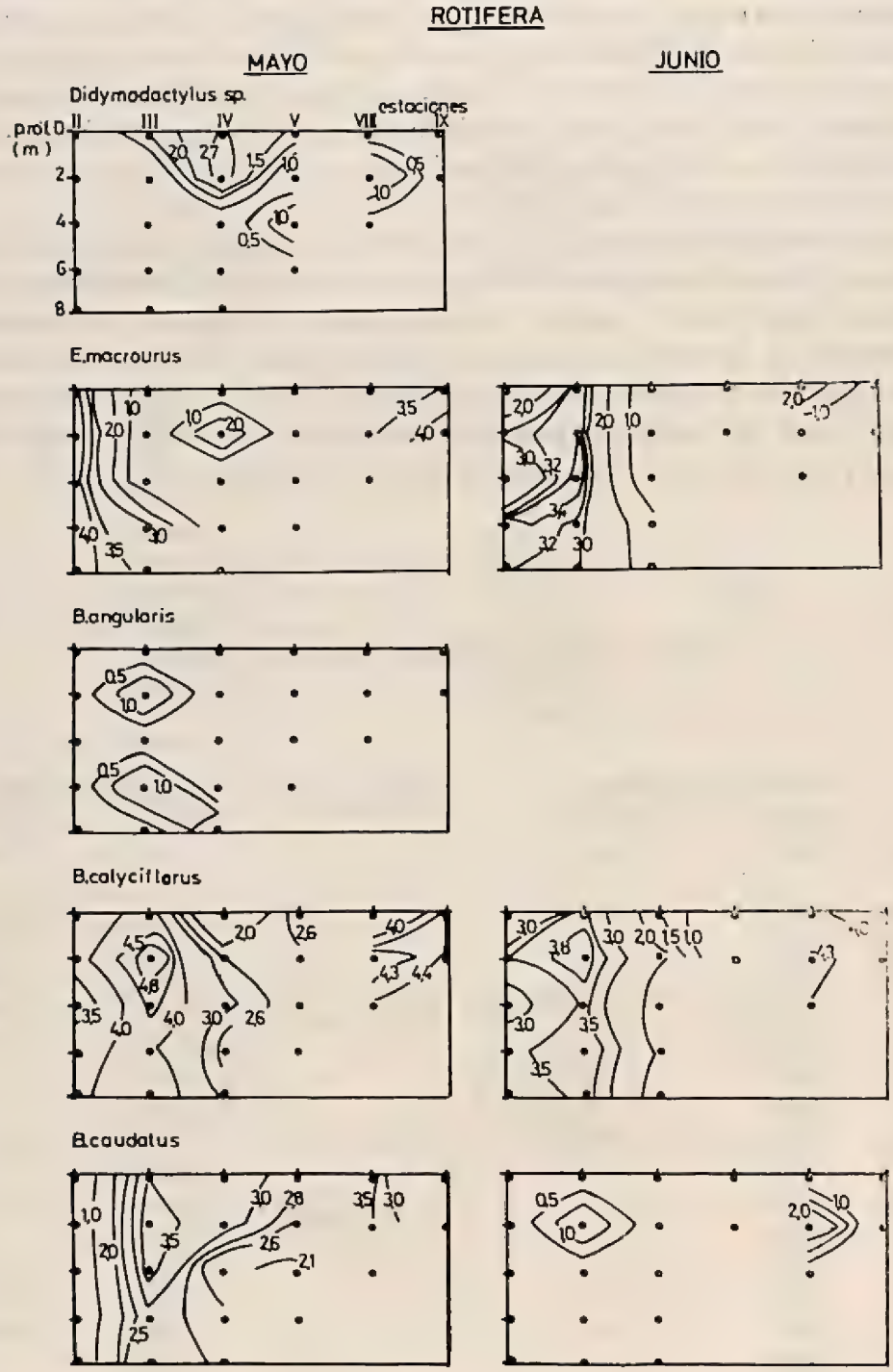



Fig. 6. Isopletas de densidad de las especies de Rotifera (log. no. indiv/m3).

Fig. 7. Isopletas de densidad de las especies de Rotifera (log no. indiv/m³).

## CONCLUSIONES

—La taxocenosis está conformada por tres especies de Copepoda, siete de Cladocera y dieciséis de Rotifera, de las cuales sólo *C. dubia, E. hagmanni, E. macrourus, B. calyciflorus, K. cochlearis* y *P. complanata* son realmente importantes numéricamente; el resto es de incidencia menos relevante y de baja constancia espacial.

—Estructuralmente, tanto a nivel de especies componentes como de su organización, la taxocenosis muestra diferencias en el espacio y en el tiempo. La diferenciación espacial esboza zonas en el embalse, separándose las estaciones cercanas a los ríos de las restantes.

—La ocupación del espacio por cada una de las especies componentes de la taxocenosis sigue dos modelos diferentes: en el sentido vertical el modelo corresponde a una distribución al azar, en cambio, en el sentido horizontal es el de una distribución por contagio. Este último caso, probablemente, se deba a diferencias ambientales entre unas zonas y otras del embalse.

AGRADECIMIENTOS: Al Prof. José I. Sepúlveda por su asesoría estadística y a la Prof. Irma Vila por las facilidades otorgadas durante el muestreo.

## REFERENCIAS

BONDENHEIMER, F. S. 1955. Précis d'ecologie. Payot ed., París.

CABRERA S., V. MONTECINO, I. VILA, N. BAHAMONDE, I. BAHAMONDES, I. BARENS, R. RODRIGUEZ, R. RUIZ y D. SOTO. 1977. Características limnológicas del embalse Rapel. Chile Central. Sem. medio ambiente y represas. Montevideo, Uruguay. Publ. O. E. A. Depto. Asuntos científicos y tecnológicos. Tomo I: 40-61.

CARBONNEL, G. 1973. L'analyse de groupe en paléoécologie et en biostratigraphie. Arch. Sc. Geneve, 26 (1): 23-68.

DIAMOND, J. M. 1975. Assenbly of species communities. Pág. 342-444 in M. L. Cody and J. M. Diamond (ed.). Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

ELLIOTT, J. M. 1971. Some methods for statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Scient. Publs. Freshwat. Biol. Ass., 25, 144 pp.

ELLIOTT, J. M. y H. DECAMPS. 1973. Guide pour l'analyse statistique des echantillons d'invertébrés benthiques. Annls. Limnol. 9(2): 79-120.

HORN, H. S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. Amer. Nat. 100(914): 419-424.

HUTCHINSON, G. E. 1967. A treatise of limnology. Vol. II Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and sons, Inc. New York, U.S.A. 1115 pp.

LEWIS, W. M., Jh. 1980. Evidence for stable zooplankton community structure gradients maintained by predation. Pág. 625-634 in: W. Charles Kerfoot (ed). Evolution and ecology of zooplankton communities. University Press of New England, Hanover, New Hamphire, U.S.A.

MIRACLE, M. R. 1976. Distribución en el espacio y en el tiempo de las especies del zooplancton del lago Banyoles. Icona. Monografías, 5: 1-270.

RINGELBERG, J. 1980. Introductory remarks: causal and teleological aspects of diurnal vertical migration. Pág. 65-68 in: W. Charles Kerfoot (ed). Evolution and ecology of zooplankton communities. University Press of New England, Hanover, New Hampshire, U.S.A.

RUTTNER, F. 1963. Fundamentals of limnology. Third Edition. University of Toronto Press, Toronto, Canadá. 295 pp.

SHANNON, C. E. y W. WEAVER. 1964. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. U.S.A. 125 pp.

SCHINDLER, D. W. 1969. Two useful devices for vertical plankton and water sampling. J. Fish. Res. Bd. Canadá, 26(7): 1948-1955.

VILA, I. y L. R. ZUÑIGA. 1980. Distribución temporal y espacial del fitoplacton del embalse Rapel. Arch. Biol. Med. Exp., 13(1): 117.

# CURCULIONIDOS DEFOLIADORES DE *PINUS RADIATA*. ASPECTOS BIOLOGICOS Y EVALUACION DEL DAÑO

FRANCISCO SAIZ y JAIME GOMA

ABSTRACT.— Over an annual cycle, the effect to two native curculionid beetles (*Cyphometopus marmoratus, Geniocremnus chilensis*) as defoliators of *Pinus radiata* was studied The study was carried out on a 10 year old forest located on the coastal area of Central Chile.

The following measurements were considered for the analysis: density variation of both species; the characteristics and the evolution of the damage; the evolution of the spatial distribution of both, the insect population and the damage. At the same time, some biological aspects of the species were examined.

The main conclusions are: both species of insects get to the forest from the edges; *Cyphometopus marmoratus* appears as a localyzed species, showing a limited expanding capacity, whose population would be decreasing; *Geniocremnus chilensis* appears as an expanding species, covering wide zones of the forest; the apparent effect of the damage is the desiccation of the pine needie; damage has increased over one-year period, with a market preference for young pine needles; both species tend to be found at the tip of branches; adults of both species emerge during the fall; larval development occurs during the rest of the year; *Geniocremnus chilensis* would be the species most likely to settle.

La reforestación masiva de un área con especies vegetales introducidas plantea una nueva problemática ecológica a la fauna del lugar. Cambios en el pH del suelo y en la naturaleza y densidad de la cubierta vegetal influyen, directa o indirectamente, en la relación animal-planta, al establecerse nuevas condiciones tróficas y de hábitat para la fauna preexistente. Esta, si logra adaptarse a las nuevas ofertas ecológicas, es seleccionada por la plantación introducida. En caso contrario, ve reducida su área de distribución a los remanentes vegetacionsles autóctonos. (Sáiz y Salazar 1981, Sáiz y Jerardino 1983).

Situación como la expuesta se presenta en Chile con la introducción de *Pinus radiata* D. Don (Pino insigne), del que existen, en la V Región, 23.350 Hás reforestadas con él. (Conaf 1983).

Prospecciones faunísticas realizadas en plantaciones de dicha región han permitido detectar la presencia de algunas especies de insectos en vías de establecimiento en ellas, destacando la acción defoliadora de representantes de los órdenes Coleoptera y Lepidoptera (Sáiz y Daza 1980, Inf. Técnico Conaf 1978), los que provocan una disminución del potencial productivo y del valor comercial de los pinos.

De las especies defoliadoras detectadas hemos centrado nuestro interés en dos de ellas, pertenecientes a la familia Curculionidae, por considerarlas plagas potenciales, ya que si logran asentarse en las plantaciones de pinos pueden ocasionar fuertes daños a ese sector forestal.

En relación a ellas se diseñó la presente investigación, de acuerdo a los siguientes objetivos:

Sección Ecología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

1.—Conocimiento de la fenología de la presencia de curculiónidos defoliadores adultos.
2.—Evaluación de la evolución de la infestación por curculiónidos defoliadores en función espacial.
3.—Evaluación del daño provocado en las acículas, en función de su evolución espacial y temporal.
4.—Conocimiento de antecedentes biológicos y ecológicos de las especies consideradas.

## MATERIAL Y METODO

La investigación se realizó en un bosque de pinos de 10 años de edad al inicio de ella, ubicado en el asentamiento "Mar del Pacífico", aproximadamente a 30 Km al sur de Santo Domingo, en la V Región.

I.—*Diseño muestral.*

En él se establecieron dos parcelas de 63 x 63 metros (3.969 m²), dispuestas en relación a la periferia del bosque, según se muestra en la Fig. 1. La ubicación se hizo considerando los antecedentes existentes sobre presencia de daño por curculiónidos, correspondiendo la parcela A, a daño evidente en el momento de iniciar la investigación y la B, a ausencia aparente del mismo. (Sáiz, Daza y Casanova 1981).

Para seguir la evolución del daño y de la presencia de curculiónidos adultos se seleccionaron, en cada parcela, 49 árboles, eligiéndose en cada uno de ellos cuatro ápices de ramas dispuestas según los puntos cardinales. La individualización de los árboles, dada la uniformidad de la plantación artificial, se hizo eligiendo uno de cada tres pinos, de manera de configurar un cuadrado de 7 filas de 7 árboles cada una.

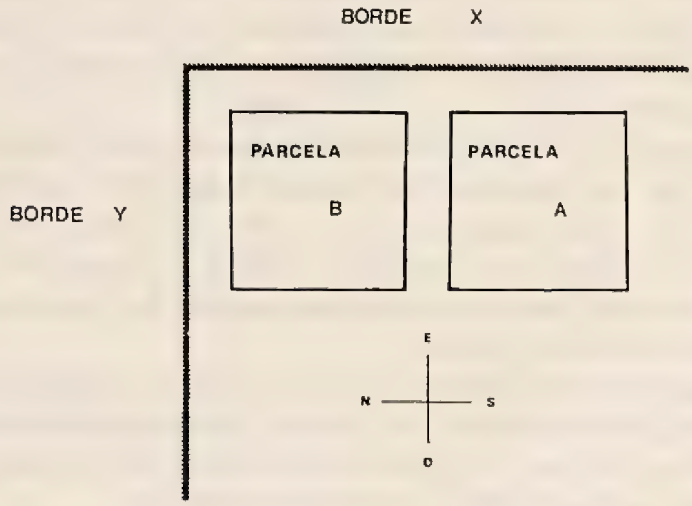



Fig. 1. Disposición de las parcelas de estudio en función de los bordes de la plantación de pinos.

Las evaluaciones se realizaron aproximadamente cada 20 días, entre el 27 de Mayo de 1981 y el 21 de Septiembre de 1982, considerándose:

a) Número de curculiónidos por especie y rama.
b) Porcentaje de daño en las acículas.
c) Aspectos biológicos: presencia de cópula, postura, presencia de huevos y de larvas, etc.

La evaluación del daño se hizo de acuerdo a la siguiente categorización:

| Categoría | Rango porcentual de daño | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | — | 9.9% |
| 2 | 10 | — | 39.9% |
| 3 | 40 | — | 69.9% |
| 4 | 70 | — | 100.0% |

Para los cálculos de globalización de información, a nivel de árbol y de filas de árboles o de parcelas, se procedió considerando los valores mínimos de las categorías. Por lo tanto, los porcentajes expresados en los gráficos corresponden a las resultantes de cálculos a ese nivel de valores.

En sectores distantes de las parcelas se capturaron ejemplares para su determinación y para observaciones biológicas y de comportamiento en laboratorio.

II.—*Material biológico*

Las especies estudiadas fueron determinadas por el Dr. Guillermo Kus-

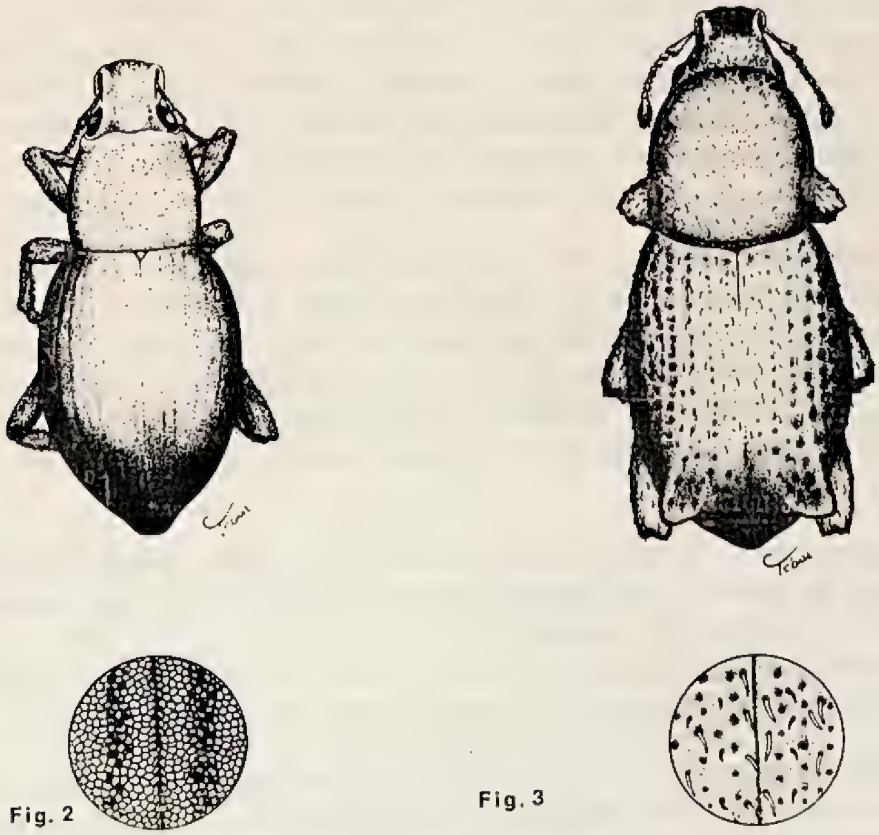



Fig. 2. Habitus general de *Cyphometopus marmoratus* (Blanch). Fig. 3. Habitus general de *Geniocremnus chilensis* (Bohem.)

chel como *Cyphometopus marmoratus* (Blanchard 1851) (Fig. 2) y *Geniocremnus chilensis* (Boheman 1842) (Fig. 3), pertenecientes al grupo de los "gorgojos de rostro grueso", conocido bajo el nombre de Adelognatha, sus larvas son subterráneas y de vida libre, alimentándose de las raíces de los árboles y arbustos autóctonos (Kuschel 1983, com. epistolar). Ambas especies no tienen capacidad de vuelo, siendo sus alas sólo esbozos y los élitros soldados.

No se posee antecedentes sobre la acción de estas especies como defoliadoras de pino, salvo para *C. marmoratus* en la V y VI Región desde 1978, correspondiendo el mayor número de observaciones a la plantación estudiada por nosotros (Conaf 1978, 1982, 1983a; Bonne Maison 1964; Furniss y Carolin 1977; Ministry of Natural Resources 1979).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### A. *Condiciones climáticas*

Las condiciones climáticas imperantes durante la investigación, se grafican en la Fig. 4, con datos proporcionados por la estación meteorológica de Santo Domingo. Ellas corresponden a un modelo de clima mediterráneo.

### B. *Fenología de curculiónidos adultos*

De la evolución de la presencia de curculiónidos adultos en las parcelas, analizadas en el tiempo (Fig. 6), se desprenden los siguientes hechos:

1.—Existe un buen encaje entre el modelo climático (pp. y temperatura, Fig. 4) y el modelo de densidades temporales, (Fig. 5) correspondiendo el período de ausencia o de muy baja densidad a la época de transición Primavera-Verano y el del máximo al paso de Otoño a Invierno.

2.—La distribución del total de los individuos de cada especie, considerados períodos equivalentes de los dos años (Mayo a Octubre), muestran un incremento de *Geniocremnus chilensis,* en 1982, del orden del 30% respecto a la población detectada en 1981. *Cyphometopus marmoratus,* en cambio, ve reducida su densidad en ese período de 1982 en un 63% respecto a 1981. La relación *C. marmoratus/G. chilensis* es de 2.6 en 1981 y de 0.7 en 1982.

3.—La ausencia de *C. marmoratus* en parcela B, en 1982, junto a su mínima presencia en ella en 1981, permite utilizar a esta parcela como representativa de la acción de *G. chilensis.*

De acuerdo a lo expuesto, se puede pensar en especies con diferentes características de aclimatación a la plantación de pinos.

*G. chilensis* se presenta como una especie que está incrementando su población, lo que puede ser indicio de un definido asentamiento in situ. En cambio, *C. marmoratus,* al reducirse su población, sería una especie que no logra asentarse.

## C. *Distribución temporal del uso del espacio*

Para la obtención de un mejor análisis sobre el grado de adaptación de las especies al nuevo medio (plantaciones de pinos) se evaluó su expansividad, de manera que, si se conjuga un incremento de la densidad con un incremento del área ocupada, se estaría frente a una especie colonizadora en vías de asentamiento.

En el presente estudio, *C. marmoratus,* junto con no presentar un aumento de su densidad (Fig. 5), prácticamente no incrementa su área de pre-

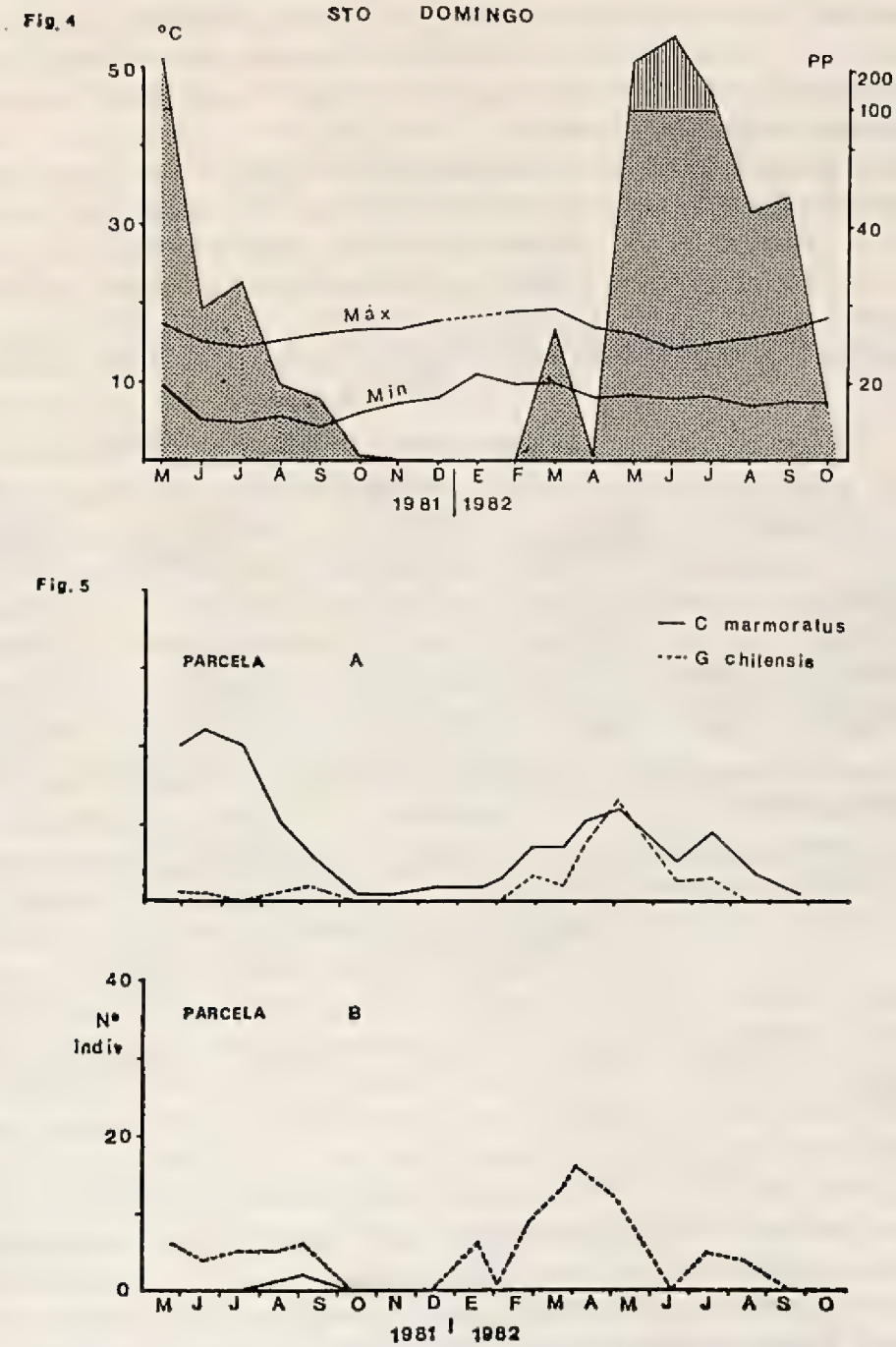



Fig. 4. Condiciones climáticas generales imperantes durante la investigación. Fig. 5. Distribución de la densidad de curculiónidos según parcela y tiempo.

sencia (Cuadro 1). Esto nos lleva a calificarla como especie no expansiva localizada y en vías de desaparición de la plantación de pinos. Por otra parte, *G. chilensis,* muestra un fuerte incremento poblacional (Fig. 5) y aumenta su área de distribución en un 95%, calificándosela por lo tanto, como una especie expansiva (Cuadro 1).

La distribución del espacio ocupado por cada especie en las parcelas se puede observar en la Fig. 6, en que se grafica el % del total de curculiónidos colectados, por grupos de filas de pinos, según los bordes de la plantación.

Queda en evidencia la posición localizada y cercana a la periferia de *C. marmoratus* y la amplia dispersión de *G. chilensis.* Para *C. marmoratus* no se grafica su presencia en la parcela B, dada su mínima densidad. Su posición respecto al borde Y no se grafica ya que incide en la localización en las mismas bandas periféricas.

Finalmente, partiendo de la premisa que el ingreso de los curculiónidos se hace desde el exterior de la plantación, se analizó su posición en las ramas de los pinos (Cuadro 2). Se observa que ambas especies presentan una tendencia a las posiciones Norte y Este, relacionadas con los bordes del bosque.

Cuadro 1.— Area cubierta (pinos infestados) por los curculiónidos defoliadores, 1981 - 1982.

| | *Cyphometopus marmoratus* | | *Geniocremnus chilensis* | |
|---|---|---|---|---|
| | Pinos infestados | Tasas de infestación | Pinos infestados | Tasas de infestación |
| Total 1981 | 16 | 16,3 | 19 | 19,4 |
| Total 1982 | 16 | 16,3 | 37 | 37,8 |
| Diferencia 1981-1982 | 0 | | 18 | |
| Nuevos pinos 1982 | 2 | 2,0 | 25 | 25,5 |
| Total 1981 + 1982 | 18 | 18,4 | 44 | 46,4 |

*Nota*: Las tasas de infestación se refieren al total de pinos observados en las dos parcelas (98).

Cuadro 2.— Prueba de Kolmogorov - Smirnov para la distribución de los curculiónidos según disposición de ápices: (puntos cardinales)

| | Norte | Este | Sur | Oeste | D observado | Significación p=0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cyphometopus marmoratus | 57 | 38 | 25 | 25 | 0.155 | Si |
| Geniocremnus chilensis | 40 | 33 | 25 | 27 | 0.084 | No |

Esta tendencia es más definida en *C. marmoratus,* para quien la distribución observada, de orientación de su presencia en ápices respecto a la uniforme, es significativamente diferente según test de Kolmogorov - Smirnov para p = 0.01, corroborando de paso la idea de especie muy localizada y de vagilidad escasa.

No ocurre lo mismo con *G. chilensis,* para quien no existe diferencia significativa entre la distribución observada y la uniforme para la posición de las ramas. Ello, junto al aumento en el tiempo del área cubierta y de la densidad poblacional, configuran una alta capacidad expansiva de la especie, en que juega un rol importante una mayor vagilidad que la observada en *C. marmoratus.*

D. *Evaluación del daño*

D.1. Características del daño

El daño producido por ambas especies se localiza en las acículas de los pinos, en particular en las apicales de las ramas bajas.

El daño consiste en la extracción de parte de la acícula mediante mordedura, lo que ocurre principalmente a alturas medias o cercanas a la base (Figs. 7 y 8). El efecto inmediato, según la intensidad de la mordedura, puede ser la flexión del sector apical de la acícula, teniendo siempre como efecto final el desecamiento de dicho sector.

Ambos estados permiten detectar el daño.

El aprovechamiento de la acícula como material trófico por parte de los curculiónidos es mínimo, ya que el número de mordeduras por acícula, por lo general, no es superior a 2 ó 3.

D.2. Evolución del daño

Al considerar separadamente la evolución del daño (Fig. 9) en acículas existentes en el momento de iniciar la investigación ("Viejas") y las que se desarrollaron durante su transcurso ("Nuevas"), se vislumbra que la velocidad de incremento del daño en las acículas viejas es muy inferior al de las acículas nuevas, resultado lógico derivado tanto de la preferencia de los curculiónidos por tejidos tiernos más apetecibles desde el punto de vista trófico como de su tendencia a ubicarse en el ápice de las ramas (esta acción puede ser consecuencia de la primera).

Además, la tendencia a la asíntota en el nivel de daño alcanzado en el período invernal, época que corresponde a la categoría de vieja para cualquier generación de acículas, es producto de las bajas densidades de curculiónidos en el período precedente y a la preferencia de la creciente población por la acículas nuevas cuyo desarrollo se inicia.

Si se compara el nivel de daño alcanzado por las acículas nuevas en el invierno de 1982 con su equivalente de las viejas en 1981, se detecta un incremento apreciable de él (sobre 15%), que si se proyecta a 1983 con la misma proporción de incremento de las acículas viejas en 1982, dicha generación de acículas sufriría un daño superior al de la generación precedente. Ello, de acuerdo a nuestros datos, derivaría de una mayor participación de *G. chilensis,* especie que no sólo incrementa su población, sino que adquiere una mayor importancia numérica relativa que *C. marmoratus.*

El hecho que el porcentaje inicial de daño para acículas viejas sea igual en ambas parcelas, puede aparecer como contradicción con el diseño de la investigación. La explicación está en los propios resultados del trabajo, ya

que la acción localizada de *C. marmoratus* en la parcela A hacía muy evidente el daño, el que estaba difuso en la B.

Sumando el daño de ambas generaciones de acículas, se tiene una idea del impacto global del daño en los pinos.

Es necesario dejar constancia que el efecto del daño en el pino no lleva a defoliaciones tan completas como las que hemos detectado por *Ormiscodes sp,* y que su impacto tendría por consecuencia una disminución de la velocidad de desarrollo de la planta, no habiéndose detectado el desecamiento completo o muerte de ella en ningún caso.

D.3. Relación entre el daño y los bordes de la plantación.

Para visualizar el efecto del borde de la plantación en la distribución e intensidad del daño, se graficó (Figs. 10 y 11), para ambas parcelas y tipos de acículas, el perfil del daño por filas de pinos en sentido perpendicular a los bordes. En ellas se comparan las fases iniciales y finales del desarrollo de las acículas. Desde luego, para las acículas viejas, la fase inicial corresponde a un estado avanzado de daño, dada la fecha de inicio de la investigación.

Si se observa la Fig. 10, en que la secuencia de análisis va desde el borde X al interior de la plantación, se comprueba que la intensidad del daño final en la parcela A se corresponde en gran medida con la distribución de *C. marmoratus* (Fig. 6) siendo entonces *G. chilensis* responsable fundamental del daño en las filas interiores. La forma del área comprendida entre ambas curvas refleja el efecto localizado de *C. marmoratus.*

En la parcela B no se presenta el tipo de distribución anteriormente analizado, sino uno acorde con la distribución de *G. chilensis,* es decir, un modelo de dispersión en toda la parcela, con una ligera tendencia de incremento al interior de la plantación, relacionada con la ya demostrada expansividad de la especie (Fig. 6).

Hecho el mismo tipo de análisis, considerando como referencia el borde Y (Fig. 11), se detecta, en general, un patrón difuso del mismo tipo descrito para la parcela B en relación al borde X, asumiéndose las mismas causales.

La aparente poca importancia del borde Y como fuente de ingreso de curculiónidos puede deberse a que las 5 hileras de *Eucalyptus globulus* que están junto a él impidan el paso de *C. marmoratus* desde la vegetación autóctona circundante y a que *G. chilensis* es una especie de alta vagilidad, por lo que su efecto difunde rápidamente al interior. El borde X está en contacto con remanentes vegetales autóctonos.

E. *Aspectos biológicos*

El estudio de las curvas fenológicas de la densidad de los curculiónidos adultos (Fig. 5), conjuntamente con las observaciones en terreno y laboratorio, nos permiten llegar a una aproximación de la longitud de los períodos de desarrollo biológico de las especies estudiadas.

La máxima densidad de individuos se observa en la época de transición Otoño-Invierno, época en que se observan también las cópulas (Abril y

Mayo) y las posturas (Mayo y principios de Junio). Estas fechas coinciden en terreno y en laboratorio.

Para ambas especies, fueron observadas cópulas, tanto en terreno como en laboratorio, siendo mucho más frecuentes las de *G. chilensis.*

Las posturas, en cambio, fueron sólo observadas para *C. marmoratus.* Estas consisten en grupos de unos 18 huevos dispuestos en hilera sobre una acícula, la que es pegada con las otras dos del braquiblasto mediante una sustancia gelatinosa, dejando así los huevos casi completamente envueltos. Tanto las posturas observadas en terreno como en laboratorio fueron puestas en acículas verdes (en laboratorio se trabajó con ramas dispuestas verticalmente en las cajas de observación).

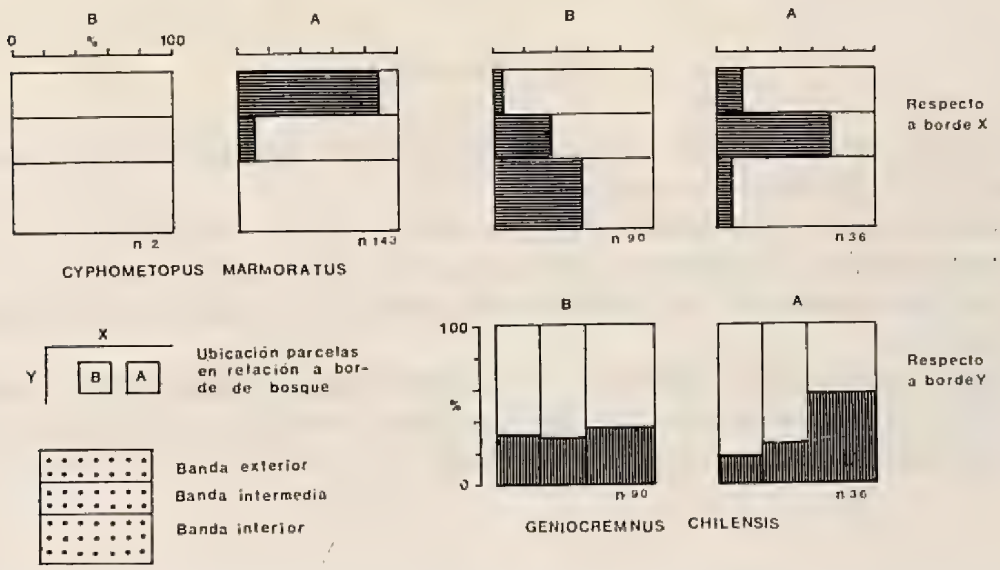



Fig. 6. Distribución porcentual de la presencia de curculiónidos por especie y parcela, según los bordes de la plantación de pinos.

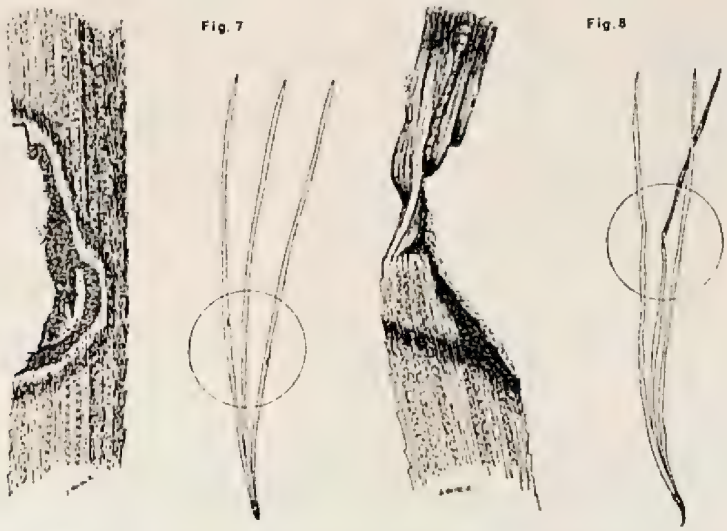



Fig. 7. Características del daño recién provocado en la acícula. Fig. 8. Característica de una acícula dañada en la fase de descamiento y flexión apical.

No se logró el desarrollo larvario en laboratorio, posiblemente por desecamiento de los huevos.

Los huevos de *C. marmoratus* son de color negro, midiendo aproximadamente 1.0 mm de largo y 0.5 mm de ancho.

La no observación de posturas de *G. chilensis,* nos hace pensar en posturas directas sobre el suelo, como es sugerido por las referencias bibliográficas para los Adelognatha (Bonne Maison 1964; Kuschel 1983 com. epist.).

De acuerdo a los antecedentes expuestos en el trabajo se postula el siguiente modelo aproximado del ciclo biológico para ambas especies:

—Postura: mediados de Otoño a principios de Invierno.

—Desarrollo larvario: Invierno, Primavera, Verano.

—Emergencia de adultos: Otoño.

## CONCLUSIONES

Como resultado de lo anteriormente analizado en este trabajo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1.—*Cyphometopus marmoratus* y *Geniocremnus chilensis,* se detectan como especies nativas actualmente defoliadores de pinos.

2.—La penetración de los curculiónidos ocurre por la periferia de la plantación.

3.—Los cambios en la densidad de los curculiónidos defoliadores adultos, están en íntima relación con las variaciones abióticas (pp. temperatura), dándose su máxima densidad en Otoño.

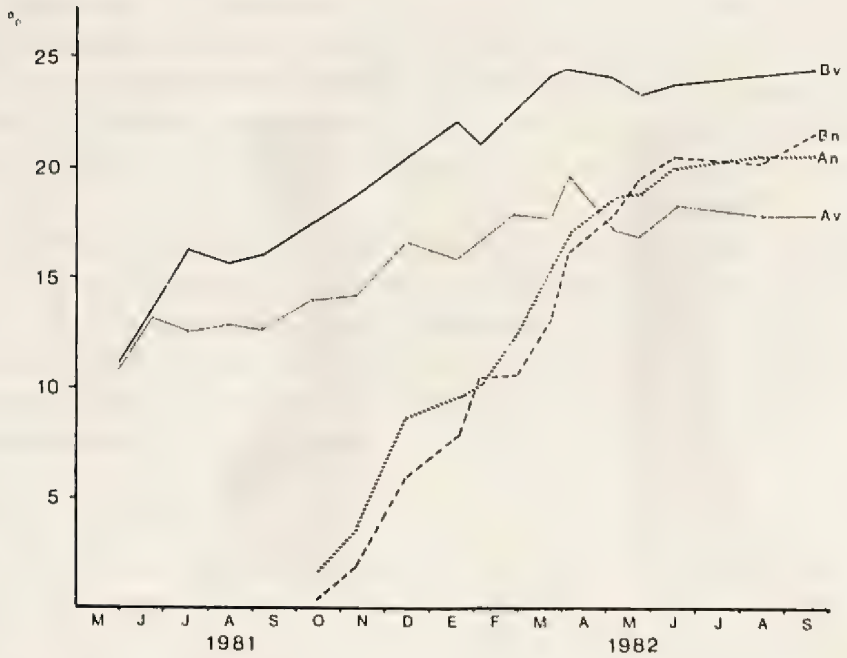
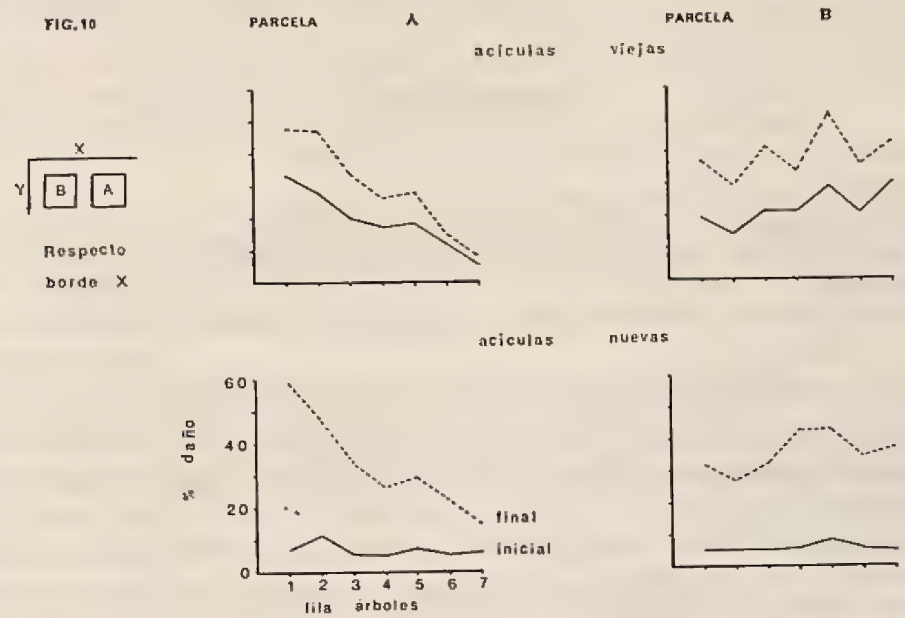



Fig. 9. Evolución acumulada del daño. A y B = parcelas; v y n = acículas viejas y nuevas.

4.—El daño es consecuencia de la mordedura de las acículas, provocando el desecamiento del sector apical a ésta. Ambas especies presentan marcada preferencia por las acículas nuevas.

5.—*Cyphometopus marmoratus* se comporta como una especie localizada, de escaso poder expansivo y de fuerte efecto defoliador y en disminución poblacional.

6.—*Geniocremnus chilensis* se comporta como una especie expansiva y en incremento poblacional, por lo que su daño es menos aparente. Por su comportamiento se considera como una especie en vías de efectivo asentamiento.



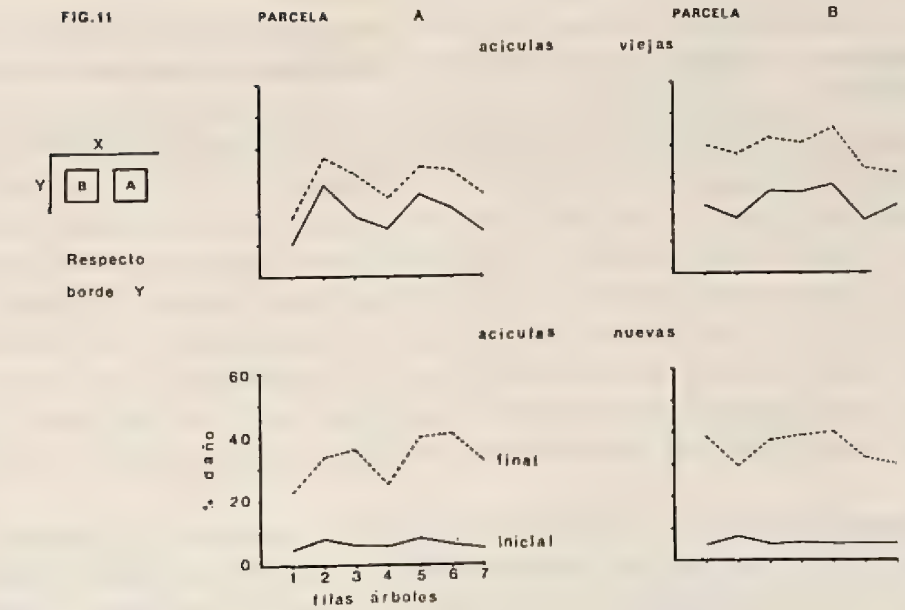




Fig. 10. Distribución del daño por parcelas en función del borde X de la plantación, según filas de pinos. 1 = fila cercana al borde; 7 = fila interior. Fig. 11. Distribución del daño por parcelas en función del borde Y de la plantación, según filas de pinos. 1 = fila cercana al borde; 7 = fila interior.

7.—Se postula el siguiente ciclo biológico para ambas especies:

—Postura: Mediados de Otoño a principios de Invierno (sobre acículas verdes y en grupos de aproximadamente 18 huevos para *C. marmoratus*.

—Desarrollo larvario: Invierno, Primavera y Verano (en suelo).

—Emergencia de adultos: Otoño (período de cópula para ambas especies).

AGRADECIMIENTOS.— Al señor Dunny Casanova Z., por la revisión del manuscrito, y a las señoritas Ema Reyes y Carmen Tobar, por la confección de dibujos.

## REFERENCIAS

BONNE MAISON, L. 1964. Animales Enemigos de las Plantas Cultivadas y Forestales. Ed. Occidente S. A., Barcelona.

CONAF, 1978. Plantaciones Forestales efectuadas por la CONAF.

CONAF. 1982 a. Informe Final. Prospecciones Fitosanitarias Forestales Temporada 1981-1982, Doc. Trabajo Nº 1.

CONAF. 1983 a. Informe Final Prospecciones Fitosanitarias Forestales Temporada 1981-1982. Doc. Trabajo Nº 2.

CONAF, 1983 b. Gerencia Técnica, Memorandum 2.002 del 18 de Octubre de 1983.

FURNISS, R. L. y V. M. CAROLIN. 1977. Western Forest Insect U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Miscellaneous Publication, Nº 1.339.

MINISTRY OF NATURAL RESOURCES. 1979. Common Pest of Ornamental Trees and Shrubs. Ontario.

SAIZ, F. y M. DAZA. 1981. Insectos Asociados a Plantaciones de *Pinus radiata*. Inf. Técnico Convenio U.C.V. - CONAF.

SAIZ, F. M. DAZA y D. CASANOVA. 1983. Captura y Fenología de Diptera en relación al color de la trampa y al estado sanitario de un bosque de *Pinus radiata*. An. Mus. Hist. Nat. Valpso. (Chile), 14: 143-151.

SAIZ, F. y M. JERARDINO. 1983. Efecto selectivo de las plantaciones de *Pinus radiata, sobre la* entomofauna de biomas nativos: II. Coleópteros y Dípteros del follaje. Revista chilena de Entomología, 12: (en prensa).

SAIZ, F. y A. SALAZAR. 1983. Efecto selectivo de las plantaciones de *Pinus radiata,* sobre la entomofauna de biomas nativos: I. Coleópteros epígeoss. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (Chile), 14: 155-173.

# RELACION ENTRE LOS TIPOS DE FORMAS DE FRUTOS DE *ACACIA CAVEN* Y LAS CARACTERISTICAS DE LAS SEMILLAS Y DE LOS BRUQUIDOS QUE LOS INFESTAN

FRANCISCO SAIZ y YENISE SOTO

ABSTRACT.— The relationships between fruit-shapes of *Acacia caven* and some characteristics of seeds and of bruchid (*Pseudopachymerina spinipes*) that infest them were studied. Cylindrical, fusiform and rectangular fruits were identified. Average differences per fruit were determined according to Student's "t" test ($p = 0.01$).

The three fruit-shapes analized are significantly different in their length, diameter and in length/diameter ratio. Their seeds, also differ in relation to number, weight and volume.

Nevertheless, the rate of infestation per bruchids, the rate of seed atrophy and most of the bruchids characteristics appear not to be affected by the fruit-shapes analyzed.

En el curso de una serie de investigaciones sobre la relación existente entre el brúquido del espino (*Pseudopachymerina spinipes* (Er.)) y su hospedador (*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn.), nos llamó la atención los diferentes tipos de formas de frutos y su aparente tendencia a darse en árboles independientes.

Ante la eventualidad de un polimorfismo de la especie, se decidió hacer un primer acercamiento a su dilucidación. Para ello, se intenta evaluar si los tres tipos de forma detectados diferían significativamente entre ellos y, en caso de ser así, si esas diferencias se traducían en expresiones diferenciales de parámetros relacionados con la cantidad y calidad de sus semillas y de los brúquidos que se desarrollan normalmente en ellos.

## MATERIAL Y METODO

Para la evaluación propuesta se seleccionó la estepa de *Acacia caven* existente en la Reserva Forestal de Peñuelas (Valparaíso).

Se detectaron tres tipos de forma de fruto, los que denominaremos: cilíndrico, fusiforme y rectangular. Para su tipificación se consideraron las siguientes medidas básicas: largo del fruto, diámetro central y diámetros medidos en los décimos apicales de la longitud. Para definir éstos, se dividió la longitud del fruto en diez unidades y se midió el diámero en la base de los décimos 1 y 10, la opuesta al extremo del fruto (Fig. 1: A, B y C).

La relación largo/diámetro central informa sobre formas cortas y anchas, largas y estrechas, etc. Las mediciones a los décimos apicales, por comparación con el diámetro central, definen características de fusiforme o no fusiforme.

El tamaño de la muestra, para cada tipo de formas, se calculó suponiendo un diseño al azar simple para la estimación de proporciones, con exigencias de nivel de confianza de 95% y nivel de imprecisión no superior al 10%. Se usó para este cálculo una estimación previa realizada en la misma área

Sección Ecología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

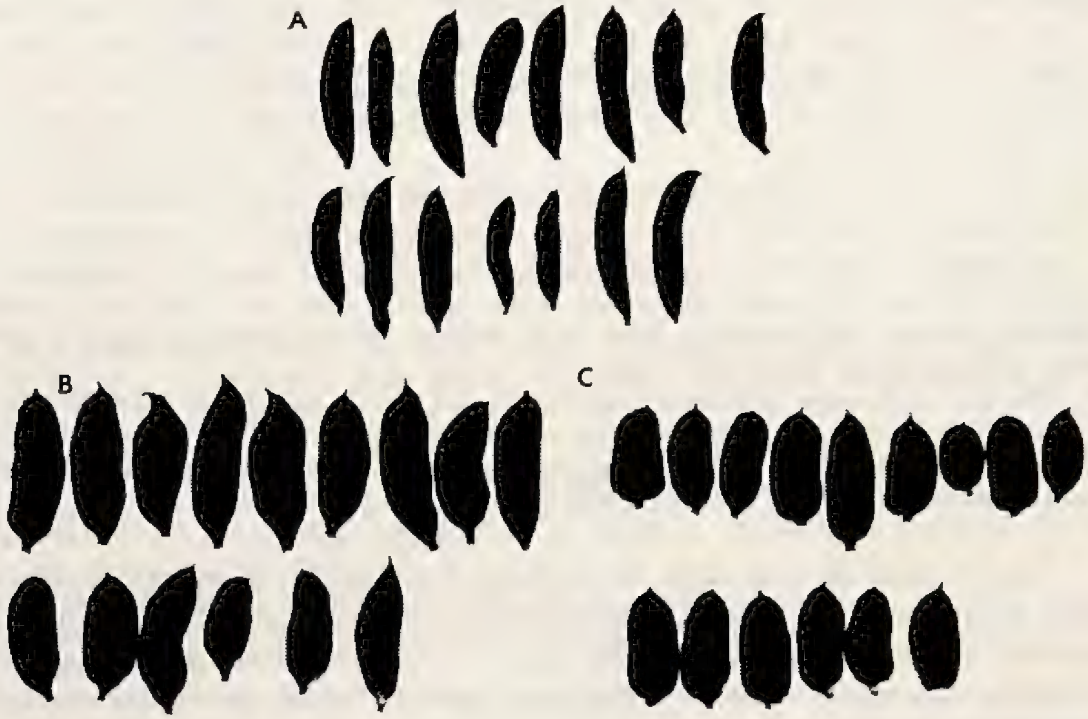



Fig. 1. Silueta del tipo de forma de fruto de *Acacia caven* denominados A = "cilíndrico"; B = "fusiforme"; C = "rectangular".

(Sáiz, Casanova, Avendaño y Vásquez 1977). El tamaño de muestra fue de 150 frutos por cada tipo de forma.

Mediante un transecto al azar se seleccionaron, también al azar, cinco árboles con cada forma de fruto, cogiéndose aleatoriamente 30 frutos en cada uno de ellos. Los frutos se colectaron en todo el perímetro del árbol y hasta el alcance de la mano. Así se pretendió abarcar el máximo de la variabilidad que pudiera existir dentro de cada árbol.

El material fue colectado el 6 de Mayo de 1981.

En el análisis se consideran los parámetros expuestos en la Tabla I. En relación a las semillas, la expresión "diámetro mayor" corresponde al concepto de longitud y la expresión "grosor máximo" a la idea de altura.

Todos esos parámetros fueron medidos y descritos para los tres tipos de forma, haciéndose estimaciones por intervalos de confianza (95%) para todos ellos, utilizando como estimador del error estandard la expresión siguiente:

$$es(\bar{x})_{(0.05)} = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \cdot 1.96$$

Los principales parámetros se compararon mediante test "t" de Student para promedios. El resultado del test se presenta referido a su valor crítico

Ocasionalmente se presenta, además, el valor referido a $p = 0.05$, en relación a su importancia para explicar tendencias.

## RESULTADOS Y DISCUSION

A.—*Sobre los tipos de forma de los frutos.*

La Fig. 2 grafica la distribución del total de frutos estudiados, de acuerdo a la relación largo/diámetro central, quedando claramente diferenciados los tres tipos de forma. El test "t" respalda esta apreciación, pues informa que los promedios de dicha relación presentan diferencias altamente significativas para todos ellos (Tabla II,A 4).

Se reafirma la conclusión anterior con las diferencias significativas encontradas entre los promedios de los componentes de la relación para los tres tipos de formas (Tabla II A 1 y 2) y con las diferencias significativas en cuanto a la relación diámetro central/diámetro promedio a los décimos apicales, diferenciándose el fusiforme por su mayor valor (Tabla II, A 5).

La tasa de infestación a nivel de frutos es mayor en el tipo rectangular, difiriendo significativamente con la fusiforme ($p = 0.01$) y con la cilíndrica ($p = 0.05$) (Tablas I y II, A 3).

B.—*Sobre la relación entre características de las semillas y los tipos de forma de los frutos.*

Definida la validez de los tipos de forma de fruto nos queda por ver si ellos implican diferencias a nivel de semillas.

El análisis de la parte B de las tablas I y II permite destacar los siguientes hechos:

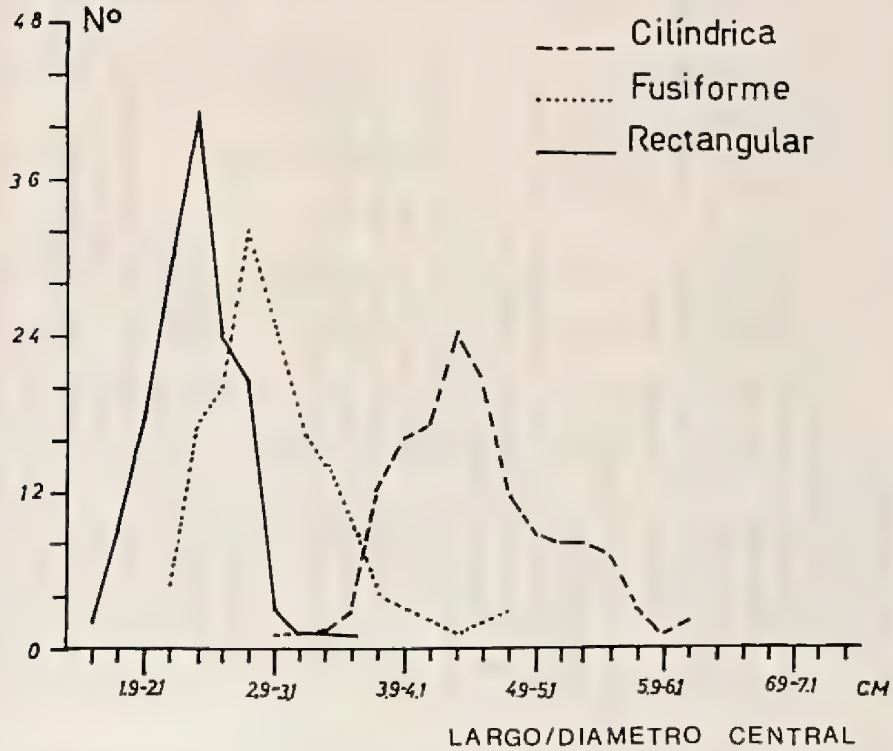



Fig. 2. Distribución de los frutos de *Acacia caven* según tipo de forma y relación largo/diámetro central.

Tabla I.— Estimaciones por intervalos de confianza (95%) de parámetros referentes a frutos, semillas y brúquidos, según tipo de forma de fruto de *Acacia caven*.

| Parámetros | Tipos de forma de fruto | | |
|---|---|---|---|
| A.—De los frutos | Cilíndrica | Fusiforme | Rectangular |
| 0.—Número | 150 | 150 | 150 |
| 1.—Largo promedio (cm) | 7.48 ± 0.177 | 6.70 ± 0.134 | 5.55 ± 0.114 |
| 2.—Diámetro promedio (cm) | 1.64 ± 0.037 | 2.26 ± 0.040 | 2.34 ± 0.030 |
| 3.—Porcentaje de infestación (tasa de) | 20.00 ± 6.401 | 18.67 ± 6.230 | 31.33 ± 7.465 |
| 4.—Promedio relación largo/diámetro central | 4.62 ± 0.115 | 3.00 ± 0.079 | 2.38 ± 0.050 |
| 5.—Promedio relación diámetro central/promedio diámetro al décimo apical | 1.83 ± 0.039 | 2.22 ± 0.062 | 1.87 ± 0.049 |
| B.—De las semillas | | 3549 | 2914 |
| 0.—Número | 3328 | 23.26 ± 1.102 | 19.42 ± 0.834 |
| 1.—Promedio semillas desarrolladas por fruto | 22.19 ± 1.173 | 0.62 ± 0.0063 | 0.63 ± 0.0082 |
| 2.—Promedio diámetro mayor (cm) | 0.56 ± 0.0066 | | |
| 3.—Promedio grosor máximo (cm) | 0.34 ± 0.0048 | 0.38 ± 0.0062 | 0.36 ± 0.0038 |
| 4.—Promedio peso semillas sanas por fruto (gr) | 0.11 ± 0.0041 | 0.14 ± 0.0039 | 0.15 ± 0.0043 |
| 5.—Porcentaje infestación total (tasa de) | 11.47 ± 4.810 | 9.88 ± 4.443 | 19.40 ± 5.870 |
| 6.—Porcentaje infestación sobre frutos infestados | 57.35 ±15.840 | 52.92 ±16 220 | 61.91 ±11.660 |
| 7.—Promedio por fruto relación diámetro/grosor | 1.63 ± 0.016 | 1.61 ± 0.019 | 1.74 ± 0.019 |
| 8.—Porcentaje de semillas atrofiadas (tasa de) | 7.45 ± 1.802 | 5.34 ± 1.196 | 4.90 ± 0.961 |
| C.—De los brúquidos | | | |
| 0.—Número | 446 | 373 | 590 |
| 1.—Promedio por fruto estudiado | 2.97 ± 1.276 | 2.48 ± 1.138 | 3.92 ± 1.245 |
| 2.—Promedio por fruto infestado | 14.86 ± 4.328 | 13.32 ± 4.253 | 12.51 ± 2.646 |
| 3.—Promedio peso brúquido por fruto (mgr) | 3.20 ± 0.220 | 3.70 ± 0.240 | 3.30 ± 0.170 |
| 4.—Porcentaje de machos por fruto infestado | 55.81 ±11.939 | 53.53 ±12.406 | 48.89 ± 8.936 |
| 5.—Promedio por fruto relación Nº de brúquidos/semillas desarrolladas | 0.57 ± 0.155 | 0.53 ± 0.162 | 0.62 ± 0.116 |
| 6.—Promedio por fruto relación peso brúquido/peso semillas sanas | 0.03 ± 0.0039 | 0.03 ± 0.0039 | 0.03 ± 0.0021 |
| 7.—Promedio por fruto relación largo/ancho de élitros | 1.46 ± 0.035 | 1.51 ± 0.037 | 1.50 ± 0.025 |

Tabla II.— Valores de significación (p = 0.01) para diferencias entre tipos de formas de fruto de *Acacia caven,* según parámetros estudiados.

| Parámetro | Cuociente to/tc C—F | C—R | F—R |
|---|---|---|---|
| A.—De los frutos | | | |
| 1.—Largo promedio | 2.66 | 6.94 | 4.96 |
| 2.—Diámetro central promedio | 8.57 | 11.16 | 1.20 |
| 3.—Porcentaje infestación (tasa de) | 0.11 | 0.92 (1.15) | 1.04 |
| 4.—Promedio relación largo/diámetro central | 7.71 | 12.30 | 4.99 |
| 5.—Promedio relación diámetro central / promedio diámetros al décimo apical | 4.03 | 0.48 | 3.34 |
| B.—De las semillas | | | |
| 1.—Promedio semillas desarrolladas por fruto | 0.69 | 1.45 | 2.32 |
| 2.—Promedio diámetro mayor | 4.95 | 5.04 | 0.73 |
| 3.—Promedio grosor máximo | 3.84 | 2.46 | 2.07 |
| 4.—Promedio peso semillas sanas p. fruto | 3.99 | 5.11 | 1.32 |
| 5.—Porcentaje infestación total (tasa) | 0.18 | 0.79 (1.04) | 0.98 (1.29) |
| 6.—Porcentaje infestación sobre frutos infestados | 0.13 | 0.17 | 0.31 |
| 7.—Promedio relación diámetro/grosor, por fruto | 0.61 | 3.40 | 3.71 |
| 8.—Porcentaje de semillas atrofiadas | 0.74 (0.97) | 0.95 (1.24) | 0.22 |
| C.—De los brúquidos | | | |
| 1.—Promedio por fruto estudiado | 0.22 | 0.40 | 0.67 |
| 2.—Promedio por fruto infestado | 0.18 | 0.35 | 0.12 |
| 3.—Promedio peso brúquido por fruto | 1.09 | 0.14 | 1.14 |
| 4.—Porcentaje machos frutos infestados | 0.01 | 0.33 | 0.32 |
| 5.—Promedio p. fruto relación Nº brúquidos / Nº semillas desarrolladas | 0.13 | 0.64 | 0.33 |
| 6.—Promedio p. fruto relación peso brúquido / peso semillas sanas | 0.28 | 1.12 | 0.74 |
| 7.—Promedio p. fruto relación largo / ancho de élitros | 0.71 | 0.68 | 0.17 |

to = t Student observado; tc = valor crítico t (P = 0.01), todo valor del cuociente superior a 1 es significativo. C = cilíndrica, F = fusiforme, R = rectangular. Los valores entre paréntesis son significativos para P = 0.05.

a.—Diferencias significativas entre los tres tipos de forma de fruto tanto para el peso como para el grosor máximo de las semillas, siendo menores en el tipo cilíndrico (Tablas I y II, B 3,4).

b.—El número de semillas desarrolladas por fruto es significativamente menor en el tipo rectangular, en tanto que el de los otros no difiere entre sí (Tablas I y II, B 1).

c.—Para la relación diámetro mayor/grosor máximo, se da la misma situación del punto anterior, con la diferencia que el valor de la relación es mayor en el tipo rectangular (Tablas I y II, B 7).

d.—El promedio del diámetro mayor es significativamente menor para el tipo cilíndrico. (Tablas I y II, B 2).

e.—Las tasas de infestación de semillas, tanto para el total de frutos estudiados como para el total de frutos infestados, no muestra diferencias significativas para $p = 0.01$. Sin embargo, para $p = 0.05$, el tipo rectangular difiere significativamente de los otros en cuanto a la infestación sobre el total de frutos, siendo mayor en él. (Tablas I y II, B 5 y 6).

f.—La tasa de semillas atrofiadas no muestra diferencias significativas ($p = 0.01$) entre los promedios de los tres tipos de forma. Para $p = 0.05$, puede decirse que la forma cilíndrica difiere de las otras por una mayor tasa de semillas atrofiadas (Tablas I y II, B 8).

C.—*Sobre la relación entre las características de los brúquidos y los tipos de forma de frutos.*

Del análisis de la parte C de las Tablas I y II, se deduce, en general, que la forma del fruto tiene escasa influencia en las diferentes formas de expresión del brúquido. En efecto, no se detectan diferencias significativas entre los tres tipos de forma en cuanto a porcentaje de machos, relación número de brúquidos/número de semillas desarrolladas, relación largo/ancho de los élitros y promedios por frutos estudiados y frutos infestados. Esto último no anula la mayor tasa de infestación por fruto y por semillas de la forma rectangular, explicable por la diferente proporción de semillas respecto a brúquidos (Tablas I y II, C 1, 2, 4, 5, 7).

Solamente se presentan diferencias significativas en cuanto al peso seco a la muerte natural, en que el tipo fusiforme entrega brúquidos de más peso (Tablas I y II, C 3).

Los valores del cuociente to/tc para la diferencia de promedios de la relación peso brúquido/peso semillas sanas, plantea la individualización del tipo rectangular (Tablas I y II, C 6).

El análisis precedente confirma la existencia de tipos de formas de frutos de *Acacia caven* diferentes entre sí, condición que afecta la naturaleza y calidad de las semillas y algunas expresiones de los brúquidos que se desarrollan en ellos. Es decir, existen algunas evaluaciones que justifican el pensar en un polimorfismo de *Acacia caven.*

Puede decirse que el tipo rectangular tiene las más altas tasas de infestación a nivel de frutos, semillas totales y semillas de frutos infestados, una baja tasa de semillas atrofiadas, semillas grandes y pesadas y una menor cantidad de ellas.

El tipo cilíndrico se caracteriza por la más alta tasa de atrofia de semillas, alto número de semillas desarrolladas, las que son pequeñas y livianas y bajas tasas de infestación (frutos, semillas totales y semillas de frutos infestados).

El tipo fusiforme se asemeja al rectangular en tamaño y peso de semillas y al tipo cilíndrico en el resto de las variables expuestas anteriormente.

En el plano de la discusión, los antecedentes expuestos más las observaciones de terreno (Reserva Peñuelas) nos llevan a ir esbozando la idea de una posible distribución de los tipos de forma en relación a las condiciones hídricas, siendo la forma cilíndrica preferente de condiciones de mayor humedad y la rectangular de las más secas. En la zona estudiada predomina la forma fusiforme, la que es considerada como característica de la especie.

Proyectada esta idea al ámbito geográfico, deberíamos pensar en una mayor incidencia del tipo rectangular en el extremo norte y del cilíndrico en el extremo sur del área de distribución de *Acacia caven.*

Es indudable que nuestros datos, válidos para nuestro objetivo particular, requieren de aportes complementarios desde otros puntos de vista para aprobar, rechazar o modificar las ideas expuestas. Valga como punto de partida.

## CONCLUSIONES

1.—Los tres tipos de forma de frutos de *Acacia caven* estudiados difieren significativamente ($p = 0.01$), según deriva del análisis de los parámetros largo, diámetro central, relación entre ellos y relación diámetro central/promedio diámetros a los décimos apicales.
2.—Los tipos de fruto descritos difieren en las características de número, peso y volumen de las semillas, de manera que el tipo rectangular tiene menos semillas, las que son más grandes y pesadas, siendo más y más pequeñas en el tipo cilíndrico ($p = 0.01$).
3.—Los tipos de fruto estudiados presentan diferentes tasas de infestación por fruto, siendo el tipo rectangular el más afectado. La tasa de semillas atrofiadas no difiere significativamente entre los tres tipos de forma de fruto, pero es superior en el cilíndrico.
4.—No se detectan diferencias en cuanto a las características morfométricas de los brúquidos, según tipo de fruto.
5.—Se asume la existencia de un grado de polimorfismo en *Acacia caven,* derivado del análisis de sus frutos, el que podría estar relacionado con la magnitud de los aportes hídricos.

AGRADECIMIENTOS: Al señor Dunny Casanova Z., por la revisión crítica del manuscrito.

## REFERENCIAS

SAIZ, F., D. CASANOVA, V. AVENDAÑO y E. VASQUEZ. 1977. Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia caven.* II. Evaluación de la infestación por *Pseudopachymerina spinipes* (Er.). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, Chile, 10: 153-160.

NOTA CIENTIFICA:

# EFECTO DE LA COMPETICION INTERESPECIFICA LARVAL SOBRE EL POLIMORFISMO CROMOSOMICO DE *DROSOPHILA* SUBOBSCURA Y *DROSOPHILA IMMIGRANS*

MARCIA RICCI y DANKO BRNCIC

Laboratorio de Microevolución, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.
(Trabajo financiado en parte por Proyecto Nº B 729-8235 Serv. Des. Científico, Artístico y Coop. Internacional, Universidad de Chile y PNUD UNESCO BLA 78/024 Nº 9/82.

*Drosophila subobscura* Collin es una especie que ha colonizado recientemente Chile (1978) y actualmente se distribuye en casi todo el país (Brncic y col. 1981). En recolecciones en los sitios naturales, acude a las mismas trampas que la especie cosmopolita *D. immigrans* Sturtevant (Brncic 1980, Budnik y Brncic 1982). Ambas especies son polimórficas para ordenamientos cromosómicos debido a la presencia de inversiones paracéntricas. En Chile, *D. immigrans* presenta tres ordenaciones en el cromosoma II además de la típica (Brncic 1955); las poblaciones chilenas de *D. subobscura,* en cambio, son polimórficas para las ordenaciones genéticas de todos sus cromosomas, con excepción del VI par (Brncic y col. 1981). En otras especies del género *Drosophila* existen evidencias de que el polimorfismo para inversiones puede modificarse bajo condiciones de competición intra e interespecífica (Lewontin 1955, Budnik y Brncic 1972). El presente trabajo tiene como objeto comunicar algunos resultados experimentales que indicarían que el polimorfismo cromosómico de *Drosophila subobscura* y *Drosophila immigrans* también es sensible a la competición a nivel larval bajo condiciones de laboratorio.

## MATERIAL Y METODOS

En el presente trabajo se utilizaron linajes de *D. subobscura* y *D. immigrans* provenientes de Valdivia (X Región, Chile). Estas cepas se establecieron en 1980 a partir de hembras inseminadas en la naturaleza y mantenidas en el laboratorio en un gran número para asegurar la heterogeneidad genética.

Los porcentajes de homo y heterocariotipos de *D. subobscura* y de *D. immigrans* se estimaron en tubos conteniendo 100 huevos embrionados de cada una de las especies ,y en tubos conteniendo 200 huevos de una o de la otra especie. Un grupo de estos tubos se dejó a 18ºC y otro, a 22ºC. De larvas de tercer estado se obtuvieron glándulas salivales, éstas se aplastaron y se tiñeron con orceína lacto-acética.

En *D. subobscura* se descartó el cromosoma A en el análisis de los resultados por ser el par sexual.

## RESULTADOS

Tal como se observa en la Tabla 1, en *D. subobscura* hay un aumento significativo del número de individuos con inversiones en sus cuatro cromosomas cuando éstos están compartiendo el medio de cultivo con larvas de su misma edad de *D. immigrans* ($P<0.001$). Además, es posible notar que el número de individuos con 0 - 2 cromosomas con inversiones al estado heterocigoto es mayor cuando están en condiciones intraespecífica (48.3%) que en interespecífica (29.0%), mientras que individuos con inversiones en sus cuatro cromosomas presentan mayor frecuencia cuando comparten su medio con larvas de *D. immigrans* que cuando se crían solas a 18ºC (33.9% y 10.3%). Similar situación se repite a 22ºC, pero las diferencias son más acusadas.

Es importante notar que a 22ºC el número de individuos con inversiones al estado heterocigoto en sus cuatro cromosomas (41.5%) es mayor que a 18ºC (22.5%).

Respecto a *D. immigrans,* a ambas temperaturas ensayadas, la frecuencia de heterocariotipos respecto a inversiones paracéntricas del brazo izquierdo y derecho del cromosoma II, aumenta en forma significativa al competir por comida y/o espacio con *D. subobscura* (Tabla 2) tanto a 18ºC ($X^2$ = 14.4) como a 22ºC ($X^2$ = 10.1); en ambas temperaturas la probabilidad es menor que 0.001. El efecto de la temperatura y la interacción entre ésta y la competición no son estadísticamente significativas para esta especie (Tabla 3).

TABLA 1

Test G de contingencia para la significación estadística del aumento en el número de inversiones por cromosoma por individuo, en larvas de tercer estado de Drosophila subobscura en condiciones de competición intra e interespecífica, a 18º y 22ºC.

| Número de cromosomas con inversiones | 18ºC 0-2 | 3 | 4 | Total | 22ºC 0-2 | 3 | 4 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intraespecífica | 28 | 24 | 6 | 58 | 10 | 37 | 13 | 60 |
| interespecífica | 18 | 23 | 21 | 62 | 5 | 20 | 38 | 63 |
| Total | 46 | 47 | 27 | 120 | 15 | 57 | 51 | 123 |
| | G = 10.8 (g.1.2.) P < 0.001 | | | | G = 19.6 (g.1.2.) P < 0.001 | | | |

TABLA 2

Porcentaje de heterocariotipos en larvas de tercer estado de *Drosophila immigrans*, en condiciones intra e interespecífica, a 18º y 22ºC.

| Condición | Intraespecífica | | | Interespecífica | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura | N | Heterocariotipos n | % | N | Heterocariotipos n | % | $X^2$(g.1.1) |
| 18ºC | 64 | 10 | 15.6 | 64 | 22 | 34.4 | 14.4** |
| 22ºC | 59 | 8 | 13.6 | 59 | 17 | 28.8 | 10.1** |

** $P<0.001$

TABLA 3

Tabla de contingencia para la significación estadística del efecto de la competición interespecífica, temperatura y sus interacciones, sobre la frecuencia de heterocariotipos, en *Drosophila immigrans*.

| | $X^2$ | g.l. | P |
|---|---|---|---|
| Efecto competición | 10.1 | 1 | 0.01 |
| Efecto temperatura | 0.5 | 1 | N.S. |
| Efecto interacción | 0.1 | 1 | N.S. |
| Total | 10.7 | 3 | 0.01 |

N.S. = No significativo.

## DISCUSION

Como se desprende de los resultados, tanto los preadultos de *Drosophila subobscura* como de *D. immigrans* presentan un aumento significativo de heterocariotipos estructurales cuando comparten el medio de cultivo con individuos de su misma edad, pero de distinta especie. Estos resultados son similares a los encontrados en otras especies del género (Budnik y Brncic 1972). Es importante notar que en *D. subobscura* se presenta un aumento significativo en el número de individuos con inversiones en los cuatro cromosomas, tanto en condiciones intra como interespecíficas (G = 14.2 y 11.8, respectivamente, con 2 g.l.) cuando se mantienen a 22ºC, temperatura a la cual se ve fuertemente deteriorada en su viabilidad al competir por recursos limitados con *D. immigrans* (Ricci 1982), mostrando que los heterocariotipos tienen una mejor resistencia para sobrevivir en condiciones de competición.

Estas observaciones, junto a trabajos de Lewontin (1955), Budnik y Brncic (1972), muestras que los individuos que poseen diferentes ordenamientos cromosómicos, exhiben distintas capacidades para sobrevivir frente a limitaciones de espacio y de comida. Además, también es necesario agregar que en el género *Drosophila* las larvas van liberando ciertos residuos bióticos que afectan de diferente forma a su viabilidad (Dewood y Strickberger 1964, 1969, Weisbrot 1966, Budnik y Brncic 1974, 1975, Budnik 1980). Todas estas observaciones han mostrado las ventajas selectivas de los heterocariotipos, que se expresan en una mayor resistencia a las limitaciones de comida, espacio y la contaminación del medio por metabolitos difusibles.

## CONCLUSIONES

En condiciones experimentales de competición a nivel larval entre *D. subobscura* y *D. immigrans* aumenta el polimorfismo cromosómico en ambas especies, lo que indicaría que los heterocariotipos tienen una mejor resistencia para sobrevivir en estas condiciones.

## REFERENCIAS

BRNCIC, D. 1955. Chromosomal variation in chilean populations of *Drosophila immigrans*. J. Heredity, 46 (2): 59-63.

BRNCIC, D. 1980. Genética-ecológica de especies colonizadoras de *Drosophila* que viven en Chile. Actas IV Congreso Latinoam. Genética, 2: 181-190.

BRNCIC, D., A. PREVOSTI, M. BUKNIK, M. MONCLUS and J. OCAÑA. 1981. Colonization of *Drosophila subobscura* in Chile. I. First population and cytogenetics studies. Genetic, 56: 3-9.

BUDNIK, M. 1980. Interacciones intra e interespecífica en *Drosophila* durante el desarrollo larval. Actas IV Congreso Latinoam. Genética, 2: 191-197.

BUDNIK, M. and D. BRNCIC. 1972. The effects of intraspecific and interspecific larvae competition on viability, developmental rate and chromosomal polymorphism in *Drosophila pavani*. Genetika (Yugoeslavia), 4: 281-295.

BUDNIK, M. and D. BRNCIC. 1974. Preadult competition between *Drosophila pavani* and *D. melanogaster, D. simulans and D. willistoni*. Ecology, 55:657-661.

BUDNIK, M. and B. BRNCIC. 1975. Response of *Drosophila pavani, D. gaucha* and this hybrids to larval biotic residues. Experientia, 31: 781-782.

BUNDIK, M. and D. BRNCIC, 1982. Colonización de *Drosophila subobscura* Collin en Chile. Actas V Congreso Latinoam. Genética. 177-188.

DAWOOD, M. and N. STRICKBERGER. 1964. The effects or larval interaction on viability in *Drosophila melanogaster*. I. Changes in heterozigosity. Genetics, 50: 999-1007.

DAWOOD, M. and N. STRICKBERGER. 1969. The effects of larval interaction on viability in *Drosophila melanogaster*. III. Effetcs of biotic residues. Genetics, 58: 275-282.

LEWONTIN, R. 1955. The effects of population density and composition on viability in *Drosophila melanogaster*. Evolution, 9: 27-41.

RICCI, M. 1982. Estudios experimentales sobre la competencia a nivel larval de *Drosophila subobscura* Collin. Tesis Licenciatura en Biología. Universidad de Valparaíso.

WEISBROT, D. 1966. Genotypic interactions among competing strains on species of *Drosophila*. Genetics, 53: 427-435.

# EL TESTICULO DE *BASILICHTHYS AUSTRALIS* EIGENMANN (Teleostei: Atherinidae)

HUMBERTO CERISOLA B. y FRANCISCO PEREZ G.

ABSTRACT: The structure and ultrastructure of the testis of freshwater *Basilichthys australis Eigenmann* is described. The morphological and functional units are the lobules. The spermatogonia are arranged only at the distal end of the lobules. Cyst cells (Sertoli type cells) with numerous irregular projections are associated with the spermatogonia. In the rest of the lobule the cyst cells are lining the wall of the cysts. The various stages of differentiation of spermatogenic cells become arranged within a cyst and develop synchronously. The association of spermatids and cyst cells is smooth. Phagocytic activity is seen in the cyst cells. Lobule boundary cells are also described. Interstitial cells (Leydig type cells) are identified only by electron microscopy. When the cyst wall breaks free sperm cells are released to the efferent duct and no spermatophores or spermatozeugmata are formed. Secretion granules are present in the ductus epithelium. The type of testis in *B. australis* is similar to that described in other Atheriniphormes of the South-Eastern, USA. Structural features confirm that fertilization is external in this species.

En numerosos trabajos se ha estudiado la estructura testicular de peces Teleósteos (ver revisión en Hoar 1975; Roosen-Runge 1977 y en Grier 1981). Respecto a estudios sobre la estructura testicular en Ateriniformes tenemos los trabajos de García-Romeu (1964) y el de Grier et al. (1980). Este último autor examina ejemplares pertenecientes a varias familias de este grupo que se encuentran en Florida del Sur, USA. y concluye que en cuanto al tipo de distribución de las espermatogonias, los testículos de Aterinidae pertenecen al tipo restringido, es decir, que las espermatogonias están localizadas exclusivamente en una región del lóbulo y que en éste grupo los ejemplares de algunas familias pueden tener fecundación de tipo interno, pero existirían también ejemplares de otras familias que practican la fecundación de tipo externo. En estos aspectos habrían otros detalles estructurales a considerar según este mismo autor.

A pesar de que la estructura testicular es, en general, muy semejante en los ejemplares del Grupo Ateriniformes nos pareció de interés estudiar este aspecto en ejemplares de *Basilichthys australis* de la región de Valparaíso y ver si existen o no algunas diferencias respecto a lo descrito en ejemplares estudiados en Estados Unidos de Norteamérica. Nos interesa establecer alguna relación entre la estructura testicular y el tipo de fecundación y establecer también comparación con lo observado en otras especies. Por último, nos interesa conocer algunos aspectos de la ultraestructura del lóbulo testicular que nos permita una mejor comprensión del proceso de la espermatogénesis en peces.

Laboratorio de Embriología, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

## MATERIAL Y METODO

Se capturaron ejemplares machos adultos de aproximadamente 110-170 mm de longitud en los esteros de Limache, provincia de Quillota (33°S y 71°, 15'W). Los peces fueron muertos por decapitación e inmediatamente se les extrajeron los testículos para su fijación. Para microscopía de luz, los trozos de testículos se fijaron en líquido de Bouin. Después de su impregnación en Paraplast, se confeccionaron cortes de 5 um y se tiñeron con Hematoxilina y Eosina o con Van Gieson. Para microscopía electrónica se utilizaron dos métodos de prefijación: 1) Glutaraldehido 2% en buffer fosfato 0.1 M y pH 7.4 y 2). Glutaraldehido 2% en buffer cacodilato 0.1 M y pH 7.2. Todos los trozos se lavaron en sus respectivos buffers. Después se utilizaron dos métodos de fijación: 1) Tetróxido de Osmio 2% en buffer fosfato pH 7.4, y 2) Tetróxido de Osmio 1% en buffer cacodilato pH 7.2. Los trozos de material se tiñeron en bloque con Acetato de Uranilo 2% en solución acuosa. El tejido fue impregnado en Epon 812. Los cortes ultrafinos se tiñeron con Citrato de Plomo (Reynolds 1963). Se examinaron y fotografiaron en un microscopio electrónico Zeiss EM-9.

## RESULTADOS

Los testículos de *B. australis* son órganos pares situados en la parte alta de la cavidad abdominal, inmediatamente por debajo y hacia los lados de la vejiga natatoria y son dorsales respecto al intestino. Cada testículo está suspendido por un mesorquio que se dispone a lo largo de toda su extensión. El aporte sanguíneo corre paralelo al hilio, en el espesor del mesorquio.

El corte histológico transversal de un testículo en estado de madurez sexual nos muestra en la región cortical, la presencia de los lóbulos espermáticos (Fig. 1). Los lóbulos constituyen las unidades estructurales del órgano. Los extremos proximales de los lóbulos se continúan con los túbulos eferentes, los cuales se comunican finalmente con el ductus principal. Desde la región medular del órgano se presentan los sucesivos estados de diferenciación de la línea germinal.

Las espermatogonias se encuentran siempre en el interior del extremo distal de los lóbulos, asociadas con las células císticas (tipo Sertoli) (Figs. 2, 3). Estas últimas, en éste lugar, no pueden definirse fácilmente debido a que presentan complicadas extensiones citoplásmicas que se insinúan entre las espermatogonias. En el citoplasma de las células císticas se observa un reticuloendoplasma con cisternas alargadas y es predominantemente de tipo liso. Los núcleos de estas células aparecen de forma triangular al corte en esta región. En la parte proximal del lóbulo las células císticas se aplanan y se organizan para contribuir a formar los cistos espermáticos en cuyo interior ocurre la diferenciación de las espermatogonias.

Se distinguen dos tipos de espermatogonias según el grado de diferenciación: tipo A y tipo B. La espermatogonia tipo A (Figs. 2, 3 y 4) tiene aproximadamente 15 um de diámetro. El núcleo es esférico, mide aproximadamente 6-7 um, contiene una red fina de cromatina y presenta uno, o

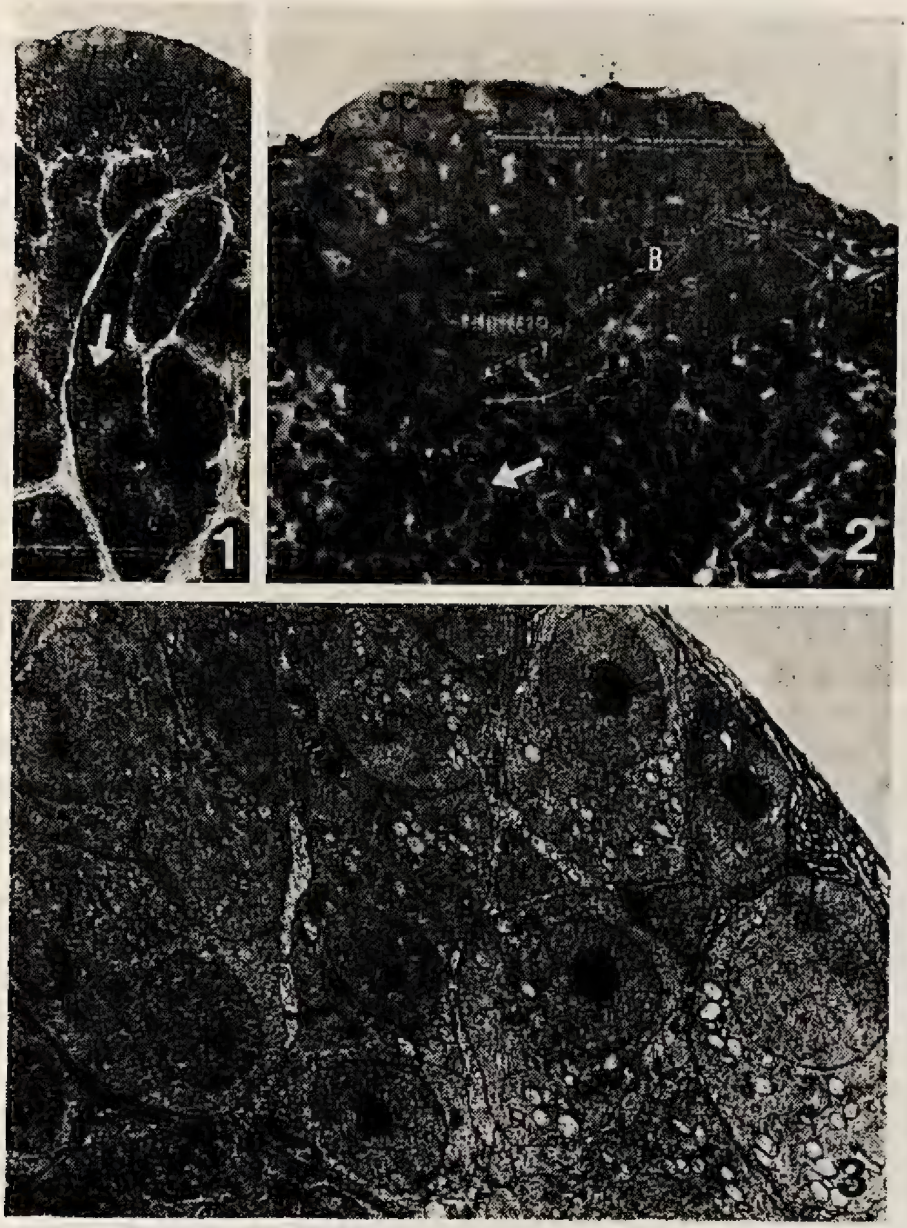



Fig. 1. Los lóbulos están dispuestos en la región cortical del testículo (LO). En la región medular los conductos eferentes están dilatados y contienen una gran cantidad células espermatogénicas en maduración (flecha). X 70.

Fig. 2. Parte distal del lóbulo. Espermatogonias tipo A (A), espermatogonias tipo B (B) y células císticas (CC). En la parte inferior se indican cistos con células en una etapa más avanzada de la diferenciación (flecha). X 640.

Fig. 3. Un grupo de espermatogonias tipo A (A) en la parte distal del lóbulo. En las células císticas nótese la forma del núcleo (N) y las extensiones citoplásmicas (E) que están rodeando las espermatogonias tipo A. El citoplasma de las células císticas ocasionalmente aparece conteniendo abundante retículo endoplásmico liso vesicular (RE). X 3750.

raramente dos nucleólos bien desarrollados (Fig. 4). Esta célula tiene un citoplasma que se tiñe escasamente y presenta un contenido homogéneo. El material del Golgi forma agregados de vesículas pequeñas, de tamaño variable, se presentan también ribosomas libres y poliribosomas, mitocondrias esféricas libres o formando agregados mitocondriales. Estos últimos están unidos mediante un compuesto que presenta una alta densidad electrónica. En el citoplasma de la espermatogonia tipo A se presentan también con poca frecuencia laminillas anilladas apiladas (Fig. 6). El número de laminillas observadas en una pila varía de dos a cuatro. A lo largo de cada laminilla se encuentran regularmente dispuestos los annuli que son característicos de estas formaciones. Estos annuli en los extremos de las laminillas aparecen expandidos. Aquí se ven frecuentemente ribosomas asociados a la superficie externa de estas laminillas.

Las espermatogonias están contactando unas con otras y frecuentemente presentan puentes intercelulares (Fig. 7). En estos puentes la membrana celular es más gruesa mientras que el citoplasma no varía en sus componentes fundamentales.

Las espermatogonias tipo B, de 10 um de diámetro aproximadamente, se disponen muy próximas a las anteriores (Figs. 5, 8). Poseen un núcleo ligeramente inferior en tamaño a las del tipo A. La cromatina se dispone de una manera algo más condensada que en el estado anterior.

En el estroma interlobular se encuentran células de tipo mioide y algunas terminaciones nerviosas asociadas con ellas (Fig. 8). Estas células se disponen en una capa, son muy escasas y constituyen uno de los elementos integrantes de la lámina propria.

En los espacios interlobulares se disponen las células intersticiales (tipo Leydig) (Fig. 9). El citoplasma de estas células contiene abundante reticuloendoplasma de tipo liso, las mitocondrias muestran una forma anular con crestas tubulares y lisosomas de variados tamaños. El núcleo presenta heterocromatina granular, homogéneamente distribuida. Generalmente se observa un solo nucléolo poco destacado.

Por fuera de la lámina basal de las células císticas, aparecen con poca frecuencia algunas células limitantes del lóbulo (Fig. 10). La forma aplanada de estas células es característica y con frecuencia porciones de ellas se observan sin núcleo. Su citoplasma contiene abundantes microfilamentos ordenados a lo largo del eje mayor de la célula. En cuanto a su distribución puede decirse que constituyen una capa incompleta alrededor del lóbulo.

Después de varias divisiones, las espermatogonias tipo B se diferencian en espermatocitos, los cuales se encuentran en el interior de los cistos a continuación de las espermatogonias. Los núcleos de los espermatocitos primarios durante la profase temprana tienen un diámetro aproximado de 4-5 um y muestran cambios cromatínicos característicos (Fig. 11). Durante la etapa de zigoteno, los núcleos de los espermatocitos primarios muestran los característicos complejos sinaptonémicos (Fig. 12). Los espermatocitos secundarios presentan un núcleo con un material cromatínico ligeramente más condensado y el tamaño es levemente menor que los espermatocitos primarios.

Las espermátidas que se encuentran en una etapa temprana de la dife-

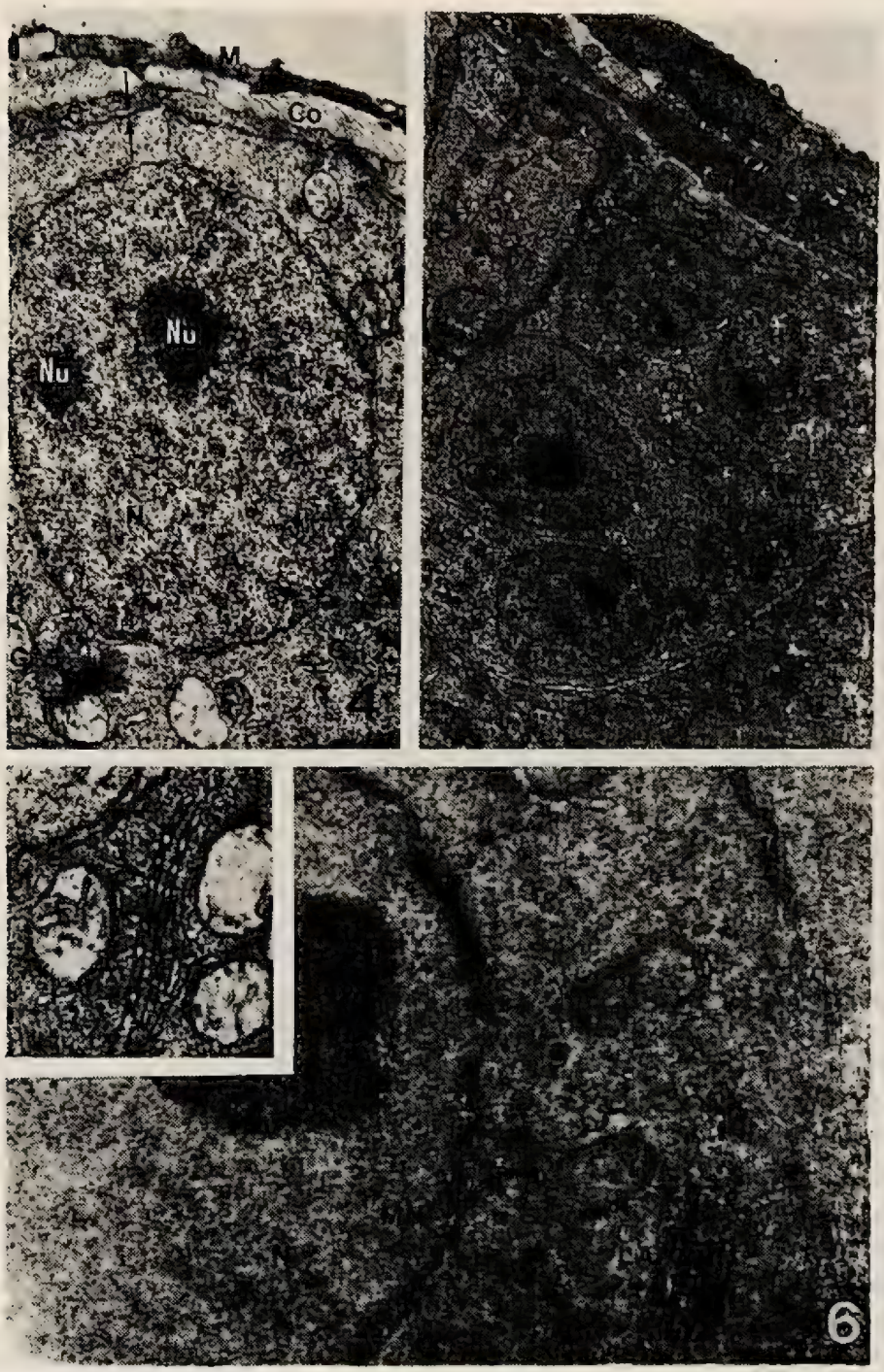



Fig. 4. Espermatogonia tipo A. El núcleo (N) muestra dos nucleólos (Nu). Se indica un grupo mitocondrial (GM) en el citoplasma y un complejo de Golgi (G). Parte de una célula cística está presente (CC). Las espermatogonias y las células císticas están asociadas íntimamente (flechas). En la región superficial se indica el mesotelio (M) y una delgada capa de colágeno (Co). X 11.430.

Fig. 5. Un grupo de espermatogonias tipo B (B) en la parte distal del lóbulo. X 4.080.

Fig. 6. Laminillas anilladas (LA) en el citoplasma de una espermatogonia tipo A. Se indica el material nuclear (N), el nucléolo (Nu) y la membrana nuclear (MN). X 22.000. Inserto: Otro aspecto de laminillas anilladas (flecha) en el citoplasma de una espermatogonia tipo A. X 22.000.

renciación tienen un núcleo más pequeño que el de los espermatocitos secundarios (aproximadamente 3 um de diámetro) y en su citoplasma presentan frecuentemente dos centríolos cercanos al complejo de Golgi (Fig. 13), el cual está representado por pequeñas vesículas aplanadas, de tamaño variable. En la vecindad del complejo de Golgi crece un flagelo intracitoplásmico desde el centríolo distal. Puentes citoplásmicos están interconectando las espermátidas tempranas.

Hacia la región testicular interna los espermatocitos secundarios aumentan en número y los cistos, por consiguiente, aumentan de tamaño. Las células císticas son muy aplanadas y se van adelgazando de acuerdo al crecimiento del cisto, consecuentemente sus límites se hacen difíciles de identificar. Las células císticas que delimitan cistos contiguos presentan desmosomas en sus superficies laterales (Fig. 14). En el citoplasma de las células císticas aparecen delgados haces de microfilamentos, ordenados en forma paralela a la superficie celular. Cuando dos o más lóbulos se encuentran en íntimo contacto la lámina propria puede mostrar carencia de algunos de sus elementos característicos, estando representada solamente por la lámina basal de cada lóbulo y un material amorfo que se interpone entre ellas (Fig. 15). En el citoplasma de las células císticas que se encuentran constituyendo la pared del cisto se presentan frecuentemente vacuolas digestivas (Figs. 15, 16). El tamaño de estas vacuolas es muy variable, se han visto de 7 um y de 13 um de diámetro aproximadamente. Los cuerpos residuales contenidos en el interior de ellas se presentan generalmente como restos celulares irregulares, pero también pueden tener forma de cuerpos multilaminares o de cuerpos con alta densidad electrónica y de formas variadas. En las vacuolas de gran tamaño, una gran parte del espacio interior lo ocupa un material granular disperso o también un material amorfo de baja densidad electrónica.

La asociación de los espermatocitos o de las espermátidas jóvenes con las células císticas es simple. Las membranas celulares están en yuxtaposición y no se forman recesos o formaciones especiales de la superficie celular de la célula cística para recibir a las células espermatogénicas, tampoco se vieron desmosomas o fibrillas de fijación (Fig. 17). La estructura de los cistos es muy particular en esta región del lóbulo y llama la atención el hecho de que solamente las células espermatogénicas que se encuentran en la parte periférica del cisto tienen asociación con las células císticas ya que éstas no emiten prolongaciones hacia el lumen del cisto. Las espermátidas, en etapas más avanzadas del proceso de la espermatogénesis, se van separando unas de otras y se pierde también la asociación con las células císticas por parte de las espermátidas más periféricas del cisto (Fig. 18).

Cuando las espermátidas se encuentran en una etapa intermedia de su diferenciación, el núcleo tiene forma redondeada y presenta una escotadura bien notoria. La cromatina presenta extensas zonas muy condensadas. En el citoplasma que se encuentra cercano a la escotadura del núcleo se disponen los centríolos y la base de la cola espermática en diferenciación (Fig. 18).

Las espermátidas tardías se presentan libres en la cavidad del cisto. Tienen un núcleo cuyo diámetro promedio es de 1,5 um aproximadamente. La cromatina es condensada y homogénea. Estas células presentan un flagelo

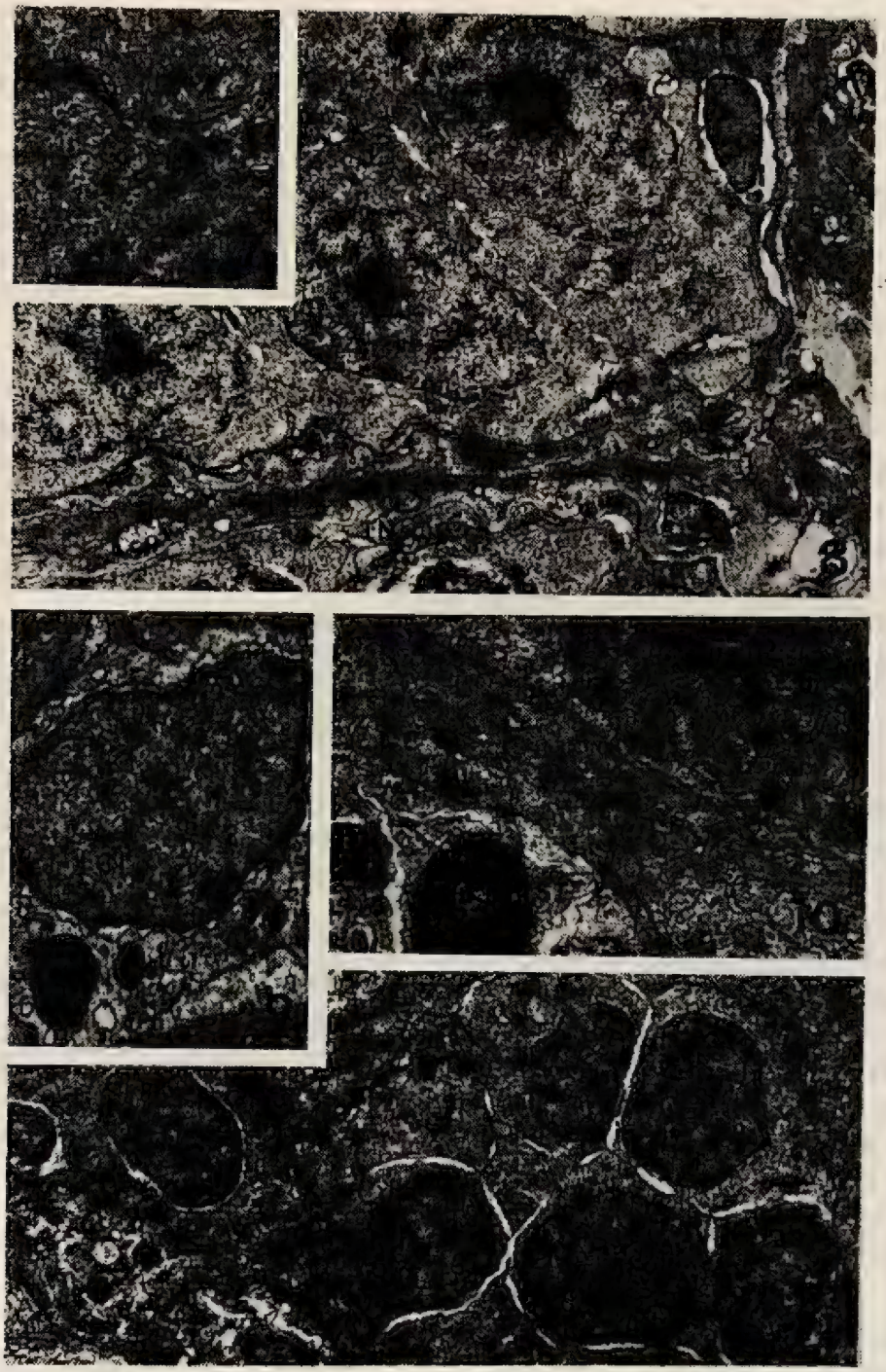


Fig. 7. Puente intercelular entre dos espermatogonias tipo A (flecha). La región de la membrana celular que delimita el puente se hace más gruesa. X 11.900.

Fig. 8. Parte de un cisto espermático con espermatogonias tipo B. En el estroma interlobular se indican células mioides (Mi) y algunas terminaciones nerviosas (TN). X 5.590.

Fig. 9. Parte de una célula intersticial (CI). En el citoplasma se observa abundante reticuloendoplasma liso y gránulos densos. X 13.090.

Fig 10. Parte de una célula limitante del lóbulo (L) dispuesta por fuera de las células císticas (CC) Espermátidas (ST). X 11.050.

Fig. 11. Grupo de espermatocitos primarios durante la profase temprana. X 4.760.

que se extiende más allá de la superficie celular. No presentan estructuras acrosómicas (Fig. 18).

Las espermátidas tempranas se encuentran regularmente distribuidas en el interior del cisto sin mostrar una organización aparente, sin embargo, a medida que avanzan en la diferenciación su distribución se hace irregular. Las colas se encuentran agrupadas en algunos sectores formando haces, mientras que los núcleos aparecen distribuidos en grupos sin un patrón definido (Fig. 19).

En la región proximal del lóbulo los cistos contienen gran cantidad de espermátidas que se encuentran en las etapas finales de su diferenciación hacia espermios. La pared de estos cistos se hace muy delgada y posteriormente se rompe para dejar libre su contenido, el cual se mezcla con el proveniente de otros cistos pasando a los conductos eferentes (Fig. 20). La pared del lóbulo, a este nivel se continúa con el conducto eferente. Las células císticas se modifican para formar el epitelio que recubre a estos conductos (Fig. 20). Los conductos eferentes se interconectan y su lumen es más amplio a medida que se acercan al ductus principal.

El epitelio que tapiza al conducto eferente es monoestratificado y de mayor grosor que el epitelio de los lóbulos. A medida que el conducto eferente se acerca al ductus principal, el epitelio va aumentando en altura pasando a la forma cúbica. En el tejido conjuntivo que rodea a los conductos eferentes se encuentran fibras delgadas de tejido muscular liso en forma dispersa.

El lumen del ductus principal es muy amplio e irregular debido a que se encuentran presentes en él tabiques incompletos que corresponden a las terminaciones de los conductos eferentes (Fig. 20). El epitelio del ductus principal que mira hacia el lumen no es uniforme en toda su extensión. En efecto, si seguimos la continuidad de las paredes de este ductus vemos que el epitelio se va haciendo más alto a medida que se acerca a la región dorsal del testículo, vecina a la inserción del mesorquio. En esta parte, el epitelio es de tipo prismático alto y sus células presentan gránulos de secreción (Fig. 21). Este mismo epitelio experimenta un cambio después de la liberación de espermatozoos pasando a constituir un epitelio de menor altura.

## DISCUSION

En la literatura existe cierta confusión respecto a la terminología empleada para describir la estructura testicular de peces Teleósteos. Ultimamente algunos investigadores (Roosen - Runge 1977, Grier et al. 1980, Grier 1981) han insistido en algunos conceptos que nos parecen adecuados y facilitan su descripción. Nosotros hemos adoptado el término lóbulo para identificar la unidad estructural del testículo, equivalente al túbulo seminífero de mamíferos. En cada lóbulo las células germinativas se encuentran distribuidas en pequeños cistos. El desarrollo de las células germinales en el interior de un cisto es sincrónico y es al mismo tiempo asincrónico respecto a los demás. De tal modo que las diversas etapas del proceso espermatogénico se encuentran en los diferentes cistos. También, para evitar controversias, en la

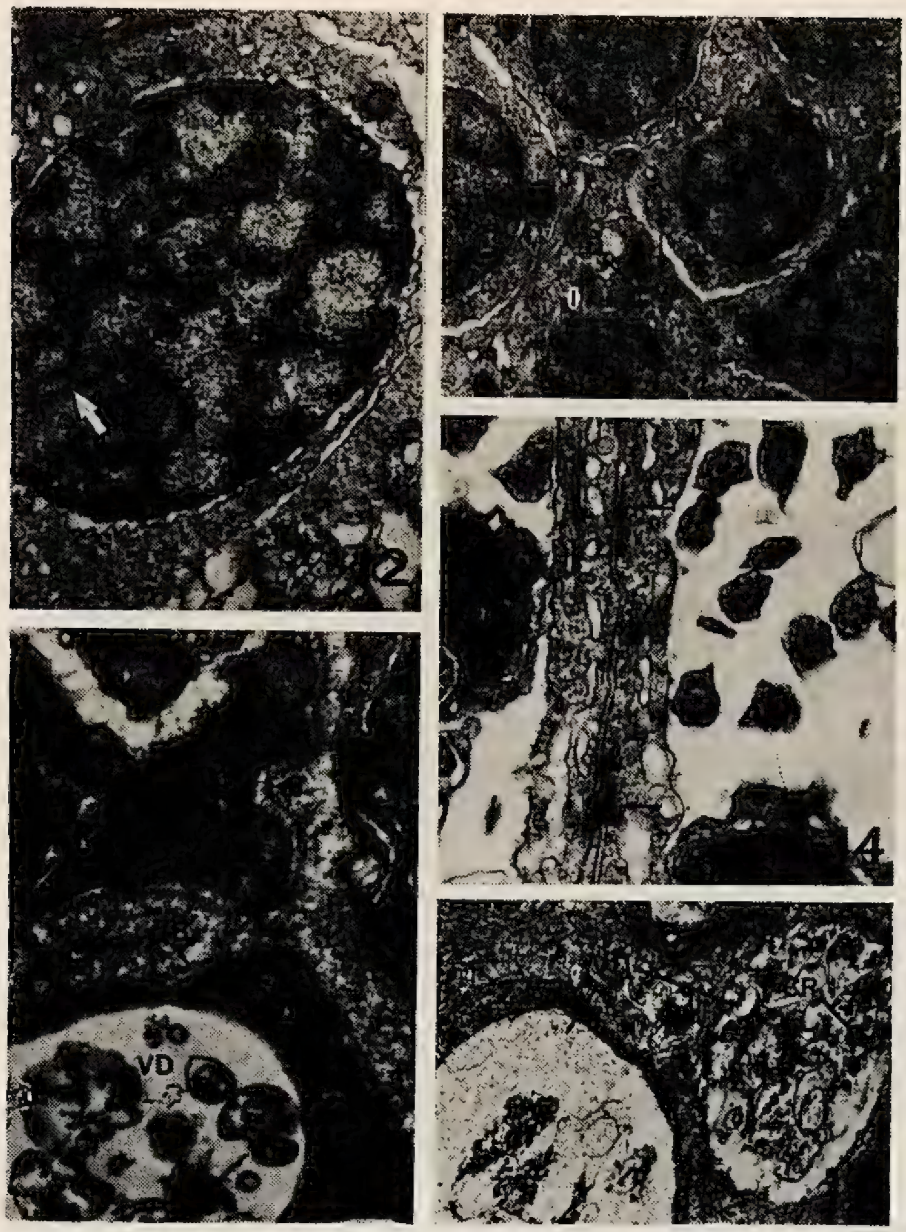



Fig. 12. Espermatocito primario en estado de zigoteno. Se indica un complejo sinaptonémico (flecha). X 14.700.

Fig. 13. Grupo de espermátidas tempranas. En posición cercana al núcleo se indica la presencia de un centríolo proximal (P) y de un centríolo distal (D). Se indica también un complejo de Golgi (G) y la diferenciación inicial del flagelo (F). X 10.150.

Fig. 14. Desmosomas (flechas) en células císticas de dos cistos adyacentes. X 20.300.

Fig. 15. Se indican las láminas basales (LB) de las células císticas (CC) y un material amorfo entre las membranas (asterisco). En la parte superior izquierda de la fig. se encuentra una espermátida (ST) en el lumen de un cisto y en la parte inferior se vé una vacuola digestiva (VD) en la célula cística de un lóbulo vecino. Se indica también un pliegue de la lámina basal (flecha). X 21.000.

Fig. 16. Parte de células císticas mostrando vacuolas digestivas (VD) y cuerpos residuales en su interior (CR). X 5.780.

identificación de los principales tipos celulares que se encuentran en la estructura testicular hemos denominado célula cística a la célula semejante a la célula de Sertoli descrita en mamíferos y célula intersticial a las células semejantes a las células de Leydig que se encuentran en los espacios interlobulares. Otras células que están presentes inmediatamente por fuera de la pared lobular, son las células limitantes que serían semejantes a las células peritubulares del túbulo seminífero de mamífero.

La presencia de espermatogonias únicamente en la región más distal del lóbulo nos indica que el testículo de *B. australis* pertenece al tipo que tiene "distribución espermatogonial restringida" según la definición de Grier et al. (1980) y Grier (1981) para la estructura testicular de Teleósteos. Este mismo autor agrega que este tipo de testículo aparece solamente en Ateriniformes.

Se ha descrito dos tipos de espermatogonias, tipo A y tipo B. La espermatogonia tipo A representa el origen de la línea germinativa y el tipo B es una célula más diferenciada que proviene de su predecesora y que subsecuentemente dará origen al resto de la línea germinativa. El aspecto del núcleo de la espermatogonia tipo A nos revela un mínimo de actividad celular respecto a la espermatogonia tipo B. No se describen las fases intermedias entre los tipos principales descritos ya que mostraron sutiles variaciones en su grado de diferenciación.

Las laminillas anilladas que se ven en el citoplasma de las espermatogonias tipo A han sido observadas también en una gran variedad de tipos celulares y aparecen comúnmente en el citoplasma de las células germinativas de vertebrados (ver revisión en Kessel 1965). La presencia de ribosomas asociados con ellas sugiere que representan una forma de especialización del reticuloendoplasma de estas células para los procesos de diferenciación.

Los agrupamientos mitocondriales dispuestos en el citoplasma de las espermatogonias constituyen también otra característica de los estados iniciales de la espermatogénesis. Estos agrupamientos mitocondriales encontrados en la especie descrita son más pequeños y están en menor cantidad que los descritos en Cyprinidae (Clérot 1976) o en Salmonidae (Beams y Kessel 1973). Respecto a la presencia de estas últimas estructuras, Clérot (1976) estima que estarían involucradas de alguna manera en la formación de nuevas mitocondrias, pero nosotros no hemos observado alguna evidencia que permita apoyar esta sugerencia.

Respecto a los puentes intercelulares, de acuerdo con Fawcett (1961) y con Gondos y Zamboni (1969) juegan un rol importante en el sincronismo de la diferenciación de las células germinativas. En el testículo de *B. australis* el aspecto de los puentes intercelulares entre las espermatogonias es semejante a lo descrito en el testículo de Cyprinidae (Clérot 1971).

Con las sucesivas divisiones celulares de la línea espermatogénica, los núcleos se van haciendo más pequeños. El tamaño promedio de los núcleos de las espermatogonias y de los espermatocitos primarios es semejante al promedio encontrado en otros Teleósteos (Moser 1967, Carrillo y Zanuy 1977). Al comparar el tamaño de los núcleos de las diferentes células espermatogénicas son las espermatogonias las que presentan el núcleo de mayores

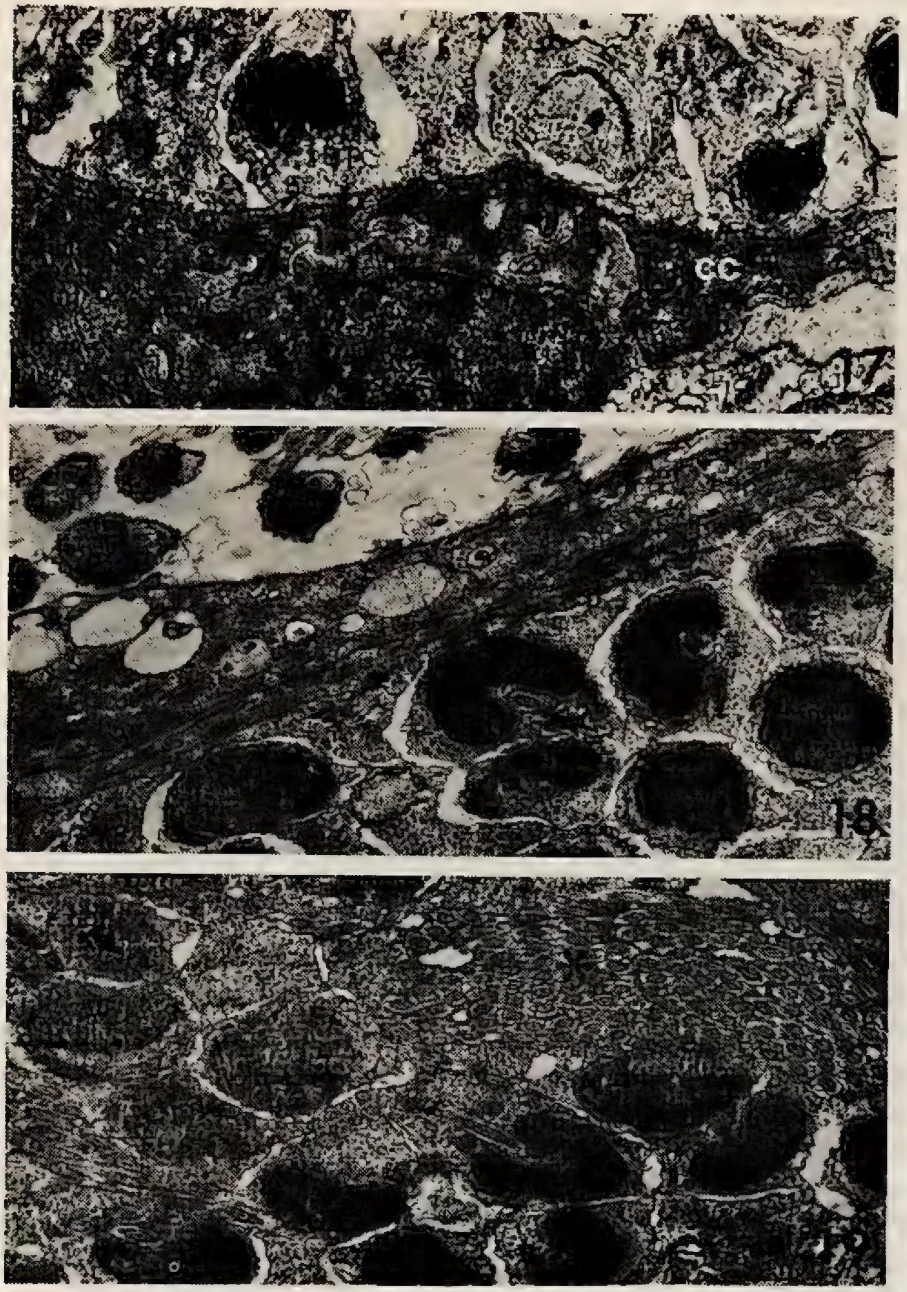



Fig. 17. Asociación simple de las espermátidas jóvenes (ST) con las células císticas (CC). X 11.730.

Fig. 18. Hacia el lado derecho de la fig. se muestra un grupo de espermátidas en una etapa intermedia de diferenciación. La cromatina está en proceso de condensación. En el citoplasma ubicado frente a la escotadura del núcleo (flecha) se disponen los centríolos y la base del flagelo. Hacia el lado izquierdo de la fig. se indican algunas espermátidas tardías. X 7.650.

Fig. 19. Grupo espermátidas tempranas en el interior de un cisto. Las colas se encuentran agrupadas en un sector (asterisco). X 7.650.

dimensiones, lo que está de acuerdo con lo observado en otros Teleósteos (Carrillo y Zanuy 1977).

Se ha visto que los cistos van aumentando de tamaño a medida que se dividen las células germinales contenidas en ellos. También se observó que las paredes de los cistos se hacen muy delgadas y no presentan modificaciones especiales para recibir o sostener a las células espermatogénicas. En relación a esto último, Grier (1975) estima que cuando la asociación de la célula espermática con la célula cística no es evidente en cuanto a la existencia de una modificación especial por parte de estas últimas, los espermios son esparcidos en el medio sin formar agrupamientos y la fecundación es de tipo externa, hechos que coinciden con lo observado en el testículo de *B. australis.* No sucede así en el caso de los teleósteos Goodeidae (Grier 1975) en los que se ha descrito modificaciones del citoplasma apical de las células císticas que permitirían el anclaje de las células germinativas y participarían, además, en la formación de manojos espermáticos que son necesarios para la fecundación de tipo interno. En ejemplares de otras familias de Ateriniformes pueden presentarse manojos espermáticos en forma de espermatóforos (Grier 1981) o de espermatozeugmata (Grier et al. 1978). Estas formaciones no las encontramos en el testículo de *B. australis.*

La presencia de vacuolas fagocíticas en las células císticas nos estaría indicando que ocurren actividades celulares que conducen a la eliminación de las células germinativas en degeneración y/o residuales. La fagocitosis de cuerpos residuales por parte de las células císticas nos ha servido también para establecer su identificación, de acuerdo con Grier y Linton (1977).

La lámina basal de las células císticas se distingue fácilmente, porque presenta abundantes pliegues y, además, por las microfibrillas que se encuentran dispuestas en una sola capa. En la región distal del lóbulo, a nivel de los tabiques de separación de ellos, se ven células mioides que se van adelgazando a medida que se profundizan entre los lóbulos localizándose entre las láminas basales de las células císticas, formando en conjunto con otros elementos una lámina propria. La lámina propria es semejante en algunos aspectos a las descritas para mamíferos por Bustos-Obregón (1976), especialmente en lo que se refiere a la presencia de pliegues de la lámina basal, pero difiere en cuanto a la distribución de las células mioides, las cuales aparecen dispuestas en una sola capa, pudiendo incluso estar ausentes en algunos sectores. Los espermios liberados de los cistos van pasando a los conductos eferentes y de éstos al ductus principal. Probablemente durante la espermiación la maquinaria contráctil de la célula cística asume un rol importante en el vaciamiento del cisto, mientras que las células mioides podrían facilitar la movilización de los espermios libres en el lumen lobular hacia los conductos espermáticos.

Solamente los espermatocitos más periféricos del cisto están relacionados con las células císticas y cuando el estado de diferenciación de aquéllos se aproxima a la etapa de espermátidas se va perdiendo la asociación íntima con las células císticas. Podría asumirse que la función nutricia de estas células se realiza mediante la regulación del medio que está presente entre las células germinativas.

Fig. 20. Interconección de los conductos eferentes (flecha). El lumen de estos conductos se hace más amplio a medida que se acercan al ductus principal. X 288.

Fig. 21. Epitelio del ductus principal (Ep.) formado por células altas con gránulos de secreción. En el lumen del ductus principal (DU) se encuentra una gran cantidad de espermios. X 288.

Otro rasgo estructural que ha sido muy discutido es la presencia y función de las células intersticiales (tipo Leydig) (Guraya 1976, Grier 1981). Estas células en *B. australis* no se distinguen mediante la microscopía de luz, pero sí es posible identificarlas utilizando la microscopía electrónica. Aunque escasas, sus rasgos generales son semejantes a los observados en otras especies. La escasez de estas células en los testículos maduros se debería probablemente a que muchas de ellas han comenzado a experimentar cambios involutivos. En futuros estudios se verá la relación entre las células intersticiales y el grado de madurez gonadal. En cuanto a su función, nosotros no hicimos pruebas histoquímicas para su estudio, pero se sabe que están comprometidas en la esteroidogénesis junto a las células císticas (Yaron 1966).

En cuanto a las células limitantes del lóbulo se ha visto que en *B. australis* son semejantes a otros Ateriniformes (Grier et al. 1980), es decir, pueden estar completamente ausentes en algunos sectores de la pared del lóbulo. Esto explica nuestras observaciones respecto a la yuxtaposición de las láminas basales de los lóbulos vecinos en algunas áreas, en las cuales no aparecen estas células limitantes ni las células mioides.

El epitelio del ductus principal, que es alto y de tipo secretor experimenta un cambio morfocelular después de la liberación de los espermatozoos, lo cual nos sugiere que la gran actividad celular de este epitelio durante la espermatogénesis podría estar relacionada con algún tipo especial de secreción, cuya significación podría encontrarse en la nutrición espermática.

Varios aspectos anotados sobre la estructura testicular del *B. australis* tales como: asociación lisa entre las células espermáticas y las células císticas; presencia de núcleos redondeados en las células de la línea germinal y, finalmente, la ausencia de espermatóforos o de espermatozeugmata, son coincidentes con los de otras especies de teleósteos que tienen fecundación externa, pero nuevos y detallados estudios se requieren como para establecerlos como un criterio general que permita conocer el tipo de fecundación en otros teleósteos.

Se comprueba también que la estructura testicular del *B. australis* es similar a la descrita en otras especies de otras familias de Ateriniformes de algunas regiones de Norteamérica, especialmente en lo que se refiere al tipo de distribución espermatogonial restringido. Este último aspecto nos indica que habría un carácter primitivo en sus ancestros y que se ha mantenido en los Ateriniformes actuales.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen la valiosa asistencia técnica de Edith Méndez W. También al Laboratorio de Biología Celular de la Universidad de Valparaíso por la ayuda en la confección de los cortes ultrafinos y las facilidades otorgadas para el uso del microscopio electrónico.

## REFERENCIAS

BEAMS, H. G., y R. G. KESSEL. 1973. Oocyte structure and early vitellogenesis in the trout, *Salmo gairdneri*. Amer. J. Anat. 136: 105-122.

BUSTOS-OBREGON, E. 1976. Ultrastructure and function of the lamina propria of mammalian seminiferous tubules. Andrologia 8: 179-185.

CARRILLO, M. y S. ZANUY. 1977. Quelques observations sur le testicule chez *Spicara chryselis* C. V. Inv. Pesq. 41: 121-146.

CLEROT, J. C. 1971. Les ponts intercellulaires du testicle du Gardon: organization syncitiale et synchronie de la differentiation des cellules germinales. J. Ultrastruct. Res 37: 690-703.

CLEROT, J. C. 1976. Les groupements mitochondriaux des cellules germinales des poissons téléostéens Cyprinidés. I: Etude ultrastructurale. J. Ultrastruct. Res. 54: 461-475.

FAWCETT, D. W. 1961. Intercellular bridges. Exp. Cell. Res. 8 (Suppl.): 174-187.

GARCIA ROMEU, F. 1964. Estudios histológicos e histoquímicos sobre el testículo del pejerrey *Basilichthys bonariensis* (Cuv. Val.). AGRO Publicación técnica, Año VI, 10: 5-39.

GONDOS, B. y L. ZAMBONI. 1969. Ovarian development: The functional importance of germ cell interconnections. Fert. Steril. 20: 176-189.

GRIER, H. J. 1975. Aspects of germinal cyst and sperm development in *Poecilia latipinna* (Teleostei :Poecilidae). J. Morphol. 146: 229-250.

GRIER, H. J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. Amer. Zool. 21: 345-357.

GRIER, H. J.., J. M. FITZSIMONS y J. R. LINTON. 1978. Structure and ultrastructure of the testis and sperm formation in Goodeid Teleosts. J. Morph. 156: 419-438.

GRIER, H. J. y J. R. LINTON. 1977. Ultrastructural identification of Sertoli cell in the testis of Northern pike, *Esox lucius,* Amer. J. Anat. 149: 283-288.

GRIER, H. J., J. R. LINTON, J. F. LEATHERLAND y V. L. De VLAMING. 1980. Structuctural evidence for two different testicular types in teleost fishes. Amer. J. Anat. 159: 331-345.

GUPTA, S. S. 1976. Recent advances in the morphology, histochemistry and biochemistry of steroid-synthesizing cellular sites in the testes of non-mammalian vertebrates. Int. Rev. Cytol. 47: 99-136.

HOAR, W. S. 1957. The gonads and reproduction. En: Physiology of fishes. Margaret E. Brown, ed. Academic Press, N. Y., pp. 287-321.

KESSEL, R. G. 1965. Intranuclear and cytoplasmic annulate lamellae in tunicate oocytes. J. Cell Biol. 24: 471-487.

MOSER, G. H. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastodes paucispinis* Ayres, an ovoviviparous teleost (Family Scorpaenidae). J. Morphol., 123: 329-354.

REYNOLDS, E. F. 1963. Use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. J. Cell Biol. 17: 208-212.

ROOSEN-RUNGE, E. C. 1977. The process of spermatogenesis in animals. Cambridge Univ. Press. London pp. 107-115.

YARON, Z. 1966. Demostration of 3 beta-hydroxysteroid dehydrogenase in the testis of *Tilapia mossambica* (Cychlidae, Teleostei). J. Endocrinol. 34: 127-128.

NOTA CIENTIFICA:

# ESTIMACION DEL VOLUMEN CEREBRAL EN CONEJOS

SERGIO ZUNINO

Durante largo tiempo ha existido preocupación por la determinación de la capacidad craneana en conejos (*Oryctolagus cuniculus*), así como en otros mamíferos. Darwin (1868), ya había hecho resaltar la existencia de diferencias volumétricas, entre conejos domésticos y silvestres. Posteriormente, Pearson y Davin (1924), Huckinghaus (1965), Schauenberg (1969), Heran (1973), Mougin (1975), Derenne y Mougin (1976), Zunino (1984), han utilizado el volumen cerebral como un parámetro más en la búsqueda de soluciones a problemas de variación y diferenciación morfológica, evolución y otros.

La técnica para el cálculo de la capacidad craneana se ha mantenido con pocas modificaciones:

— Obturación de los orificios del cráneo, para evitar pérdidas del elemento de relleno, foramen óptico, foramen lacerum-anterior, foramen hipofisiario y coanas internas.
— Relleno de la cavidad hasta el agujero occipital con un producto de grano homogéneo: arena, pequeñas semillas secas, granalla metálica u otro elemento. Durante este proceso se agita cuidadosamente el cráneo a fin de repartir uniformemente el relleno.
— Vertido del contenido, ya sea un medio líquido apropiado para medir el volumen por desplazamiento o directamente en un tubo graduado en $cm^3$.

Este procedimiento es recomendable cuando es posible alterar los cráneos con la obturación de los orificios y cuando el número de cráneos es reducido, pues es una técnica larga de efectuar.

Ante la necesidad de estudiar una larga serie de material (más de 600 cráneos pertenecientes a: Academia de Ciencias de California, Museo de Historia Natural de París, Universidad Complutense de Madrid, Museo de Lund de Suecia e Instituto de Investigaciones Keith Thurnbull de Australia). Y, considerando la imposibilidad de dañar las muestras, se desarrolló una expresión matemática que permitiera estimar el volumen cerebral de los conejos.

Para calcular el volumen teórico (Vt) del cráneo se observó, mediante vaciados de yeso, que la forma del cerebro de conejo se puede asimilar a una esfera. El radio al cubo fue descompuesto en: el cuadrado de la mitad del ancho de la caja craneana (AC) medido inmediatamente detrás de las apófisis zigomáticas, por la sumatoria de los largos de las suturas frontal (LSF) y parietal (LSP). Por tanto el volumen teórico (Vt) fue estimado por:

$$Vt = 4/3 \text{ pi } (AC/2)^2 \cdot (LSF + LSP)$$

Museo de Historia Natural de Valparaíso, Casilla 925, Viña del Mar, Chile.

Entre los volúmenes teóricos y reales existe una diferencia numérica, la que es salvada con un coeficiente de corrección (K), igual a 0.779. La expresión final para estimar el volumen es:

$$V = Vt - (Vt \cdot K)$$

El volumen real medio para los noventa cráneos empleados fue de: 8.92 ± 1,047 cc. (6.11—10.37), y el volumen calculado de estos mismos, mediante la fórmula propuesta fue de: 8.97 ± 0,796 cc. (5.66—11,06); no se encontró diferencias significativas entre estos.

El regular valor de la correlación, r = 0.781, entre el volumen real y el calculado es debido a que son las longitudes de las suturas frontales y parietales, las que introdujeron la mayor variabilidad con un coeficiente de variación de 6.5 y 6.17%, respectivamente.

## REFERENCIAS

DARWIN, C. 1868. De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication. C. Reilmwald Lib. Edit., París, 533 p.

DERENNE, P.; MOUGIN, J. 1976. Données craniométriques sur le lapin et le chat de l'île aux Cochons archipel Crozet (46° 06' S, 50° 14' E). Mammalia. 40: 495-516.

HERAN, J. 1973. Some resultats of investigations in brain case capacity of Mustelidae. Vest. Cs. Spol. Zool., 37: 161-172.

HUCKINGHAUS, F. 1965. Craniometrische untersuchung an verwilderten hauskanichen von der Kerguelen. Zeits. F. Wissen. Zool., 171: 183-196.

MOUGIN, J. 1975. Données craniométriques sur les lapins des îles Kerguelen. Mammalia, 39: 451-466.

PEARSON, K.; DAVIN, A. 1924. On the biometrics constants of the human skull. Biometrica, 16: 382-363.

SCHAUENBERG, P. 1969. L'identification du chat forestier d'Europe *Felis s. silvestris* Schreber 1777, par une méthode ostéométrique. Rev. Suisse Zool., 76 (18): 433-441.

ZUNINO, S. 1984. Evolution morphologique des populations autochtones et introduites de lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* L. 1758. Thése 3 éme. cycle. Université de Montpellier II.

# NORMAS PARA LOS AUTORES

1.—PRESENTACION DEL TEXTO: Dactilografiado en tamaño carta con un margen de 3 cm. por lado.

2.—TITULO: En mayúsculas y ubicado al centro superior de la primera página. Debe ser conciso y directamente relacionado con el contenido

3.—NOMBRE DE AUTORES: Ubicados bajo el título y al centro. Reducidos a nombres y apellidos, sin títulos académicos u otros.

4.—INSTITUCION A QUE PERTENECEN: Mediante un asterisco detrás del nombre de los autores, se envía a nota de pie de página en que se consigna esta calidad.

5.—ESQUEMA BASICO DE LOS TRABAJOS: Se recomienda.

—Abstract, en inglés, francés o alemán.

—Introducción, incluirá antecedentes generales, presentación de objetivos e hipótesis.

—Material y método. Se expondrá la metodología de obtención, análisis de datos y la caracterización del sustrato con el cual se trabaja.

—Resultados y discusión. Incluirá análisis e interpretación de la información. Si se considera necesario, ambos aspectos pueden ir separados.

—Conclusiones. Deben quedar claramente expuestas, de manera que se destaquen los aportes reales del trabajo.

—Referencias. Incluirá todos los trabajos citados en el texto.

—Presentación de referencias. Se ordenará alfabéticamente por autores. Para un mismo autor se ordenará cronológicamente si hay reiteración de un año, se separarán por letras minúsculas. Debe escribirse la totalidad de los autores en la referencia. La expresión "Williams et al." no procede.

—La cita de artículos de revista debe seguir el siguiente orden: apellido del autor, iniciales del nombre, punto, año de publicación, punto, título del artículo, punto, abreviación internacional de la revista, coma, volumen en números árabes subrayados, número de fascículo entre paréntesis, dos puntos, primera y última página del artículo separados por guión, punto.

—La cita de libros lleva el siguiente orden:
Apellido del autor, inicial del autor (seguido de la expresión ed. si se trata de editor), punto, año de publicación, punto, título (edición sólo a partir de la segunda), punto, Editorial, punto, ciudad de publicación, punto.

—Toda referencia que no corresponda a las formas citadas debe llevar explícita su condición (manuscrito, en prensa, etc.).

—Las comunicaciones personales o epistolares sólo van como cita a pie de página.

—Citas en el texto: se harán indicando apellido del autor y año de publicación, sin separación por coma o punto.

—Figuras: Gráficos, diagramas y fotografías se denominarán figura (Fig.). Hechas a tinta china en papel diamante o couche. Deben numerarse en forma correlativa y ser acompañadas de sus respectivas leyendas en hoja separada. Debe indicarse el lugar del texto en que conviene ubicarlas y la reducción deseada.

—Cuadros: Numerados en forma correlativa con su respectiva leyenda en la parte superior, la que debe ser concisa y globalizante de la información expuesta. Si se presentan en hoja separada, indicar lugar del texto en que procede ubicarla.

—Agradecimientos sobrios, escuetos. Ubicación antes de las Referencias.

—Sólo se subrayan los nombres científicos.

—No se aceptan modificaciones o alteraciones del texto original. No obstante, si estas son necesarias, el costo suplementario que esto demande será de cargo del autor.

6.—DIRECCION DE LA REVISTA: Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, calle Valparaíso Nº 155, Casilla 925, Viña del Mar.

Deseamos canje con publicaciones similares.

Exchange with similar publications is desired.

On prie de bien vouloir établir l'échange.

Wit bitten um Austausch mit aehnlichen Fachzeitschriften.

Dirigirse: Museo de Historia Natural - Casilla 925 - Viña del Mar - CHILE.